



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA



Autor: David Gómez Ríos

Título: Proceso constructivo del túnel para la variante a la N-621 entre el PK147 y el PK150

Titulación: Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros, 2013.



DOCUMENTO I

MEMORIA



ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	6
1.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2 ANTECEDENTES	6
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	7
1.3.1 Características técnicas.....	8
1.4 SITUACIÓN GEOGRAFICA	8
1.5 SITUACIÓN ACTUAL	10
1.6 CARTOGRAFÍA.....	10
1.6.1 Cartografía existente	10
1.6.2 Necesidad de una nueva cartografía.....	11
1.7 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO	11
1.8 GEOLOGÍA.....	12
1.8.1 Características Geológicas del trazado	13
1.8.2 Características litológicas.....	13
1.8.3 Tectónica	13
1.8.4 Geomorfología.....	14
1.8.5 Hidrogeología	15
1.9 GEOTECNIA	16
1.9.1 Propiedades geomecánicas del macizo rocoso.....	16
1.9.2 Parámetros geomecánicos que influyen en la excavabilidad	19
1.9.2.1 Resistencias mecánicas	19
1.9.2.2 Índices de abrasividad	20



1.9.3 Discusión de los criterios y aplicación a los túneles.	21
1.10 SISMOLOGÍA	22
1.11 HIDROLOGÍA Y DRENAJE	22
1.11.1 Elementos de drenaje exterior	24
1.11.2 Elementos de drenaje exterior	25
1.12 DEFINICIÓN DEL TRAZADO	25
1.12.1 Trazado en planta	25
1.12.2 Trazado en alzado	26
1.13 DISEÑO DEL TÚNEL	26
1.13.1 Funcionalidad y geometría de la sección	26
1.13.2 sección adoptada	28
1.14 MÉTODO DE EXCAVACIÓN	29
1.14.1 Elección del método de excavación	29
1.14.2 Sistema de excavación	32
1.15 SOSTENIMIENTO	33
1.15.1 tramificación del sostenimiento	34
1.16 RECOMENDACIONES DE EMBOQUILLE	35
1.17 VENTILACIÓN	36
1.18 AUSCULTACIÓN	37
1.19 SUMINISTRO ELÉCTRICO	38
1.20 GESTIÓN DE RESIDUOS	39
1.21 PLAN DE OBRA	39
1.22 IMPACTO AMBIENTAL	40
1.23 SEGURIDAD Y SALUD	40
1.24 PRESUPUESTO	40



2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	41
3. PLANIFICACIÓN.....	43
3.1 INTRODUCCIÓN.....	43
3.2 DIAGRAMA DE GANTT	44
4. ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Clasificación RMR.....	17
Tabla 2 - Clasificación Q	18
Tabla 3 - Valoración de la resistencia a compresión.....	19
Tabla 4 -Abrasividad de la roca según valor de F_{schim}	21
Tabla 5 -Relación de la abrasividad con índice Cerchar (CAI).....	21
Tabla 6 - Propiedades del litotipo del trazado del túnel.....	22
Tabla 7 - Caudales en las cuencas	24
Tabla 8 - Elección del método de excavación según Romana.....	30
Tabla 9 - Elección del método de excavación en función de R.C.S y el RQD	31
Tabla 10 - Tramificación del sostenimiento.....	35
Tabla 11 - Nivel de control en el túnel.....	38



PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621
ENTRE EL PK147 Y EL PK150



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Plano de situación.	8
Ilustración 2 - Esquema del trazado.....	9
Ilustración 3 - Sistema de excavación.....	32
Ilustración 4 - Esquema básico de ventilación soplante.....	36
Ilustración 5 – Esquema básico de suministro eléctrico.....	39



1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

La N-621 forma parte de la vía de acceso a Santander desde la zona occidental de la región castellana, siendo una ruta de gran valor turístico por su comunicación con los Picos de Europa.

La razón que justifica la variante del trazado ente los P.K. 147.000 y P.K. 150.000 es la saturación de tráfico que sufre el centro urbano de Potes, especialmente en épocas vacacionales.

La villa de Potes, se localiza en la comarca de Liébana, en la parte occidental de la Comunidad Autónoma de Cantabria, próxima al Principado de Asturias y a las provincias de León y Palencia, al sureste del macizo de Ándara, en el valle del río Deva.

El presente proyecto se centrará el proceso constructivo de un túnel, necesario para la mejora del trazado de dicha carretera, incluido en la denominada ``Variante Oeste de Potes``.

1.2 ANTECEDENTES

Con fecha 7 de abril de 1997 se formalizó el documento administrativo correspondiente al contrato "Concurso para la redacción del proyecto de construcción. Acondicionamiento. CN-621 de León a Santander. P.K. 121,7 al 148,5. Tramo: León - Potes. Provincia de Cantabria. Clave: 20-S-3780".

Posteriormente se realizó el "Estudio informativo de la variante de Potes" en Julio de 2002 (REF OS/2002 -32-00252/02) cuyo peticionario fue la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Cantabria donde se estudiaron distintas alternativas de trazado a la entrada de Potes.

De acuerdo con la evaluación realizada sobre las alternativas del proyecto, la DIA considera más conveniente la denominada ``Variante Oeste`` por ser menor su impacto ambiental.



Alternativa Oeste: Es el corredor más largo con una longitud total de 4.467 m. Su punto inicial coincide con el de la Alternativa Este, que a su vez serviría como variante del núcleo de Ojedo. En este punto el corredor inicia su trazado hacia el oeste cruzando el río Deva y discurriendo paralelo a él por su margen izquierda a lo largo de 1.400 m. En el punto en que el corredor se aproxima al núcleo de Potes, comienza una zona más abrupta por lo que la variante discurre en túnel, con el fin de minimizar el impacto paisajístico de la obra, que una vez superada sale nuevamente a cielo abierto, cruzando por segunda vez el Deva, para rodear el casco urbano de Potes. Después de dicho cruce, la variante deberá prever una conexión con las carreteras regionales CA-185 y CA-885, y bordear de nuevo el núcleo urbano por el oeste, hasta enlazar con el trazado actual de la N-621.

Se trata de una carretera con una única calzada de doble sentido, y una anchura básica para cada una de los sentidos de 3,5 m. con un arcén de 1,5 m. Se incluyen tres viaductos, un túnel de 640 m. y dos pasos superiores, así como muros de contención en determinados tramos.

El presente proyecto definirá dicho túnel.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto definir los trabajos para la realización del proceso constructivo del túnel carretero que formará parte del trazado de la mencionada ``Variante Oeste de Potes``.

Para la realización del proyecto se estudia lo siguiente:

- Geología y geotecnia del macizo rocoso a atravesar.
- Definición geométrica del trazado.
- Elección del método de excavación.
- Diseño del sostenimiento a instalar.
- Cálculo de las necesidades de ventilación, electrificación y elementos de drenaje durante la fase de ejecución del túnel.



- Cálculo del presupuesto.

1.3.1 CARACTERISTICAS TECNICAS

Tipo: Proyecto de construcción.

Longitud del túnel: 640 m.

Velocidad del proyecto: 80 km/h.

Número de carriles: 2 carriles (uno para cada sentido).

Anchura del carril: 3,5 metros.

Anchura del arcén: 0,5 metros.

1.4 SITUACIÓN GEOGRAFICA

El presente proyecto de construcción de túnel carretero se encuentra situado en el término municipal de Potes, situado en el centro de la comarca de Liébana de la cual es capital, perteneciente a la comunidad autónoma de Cantabria.

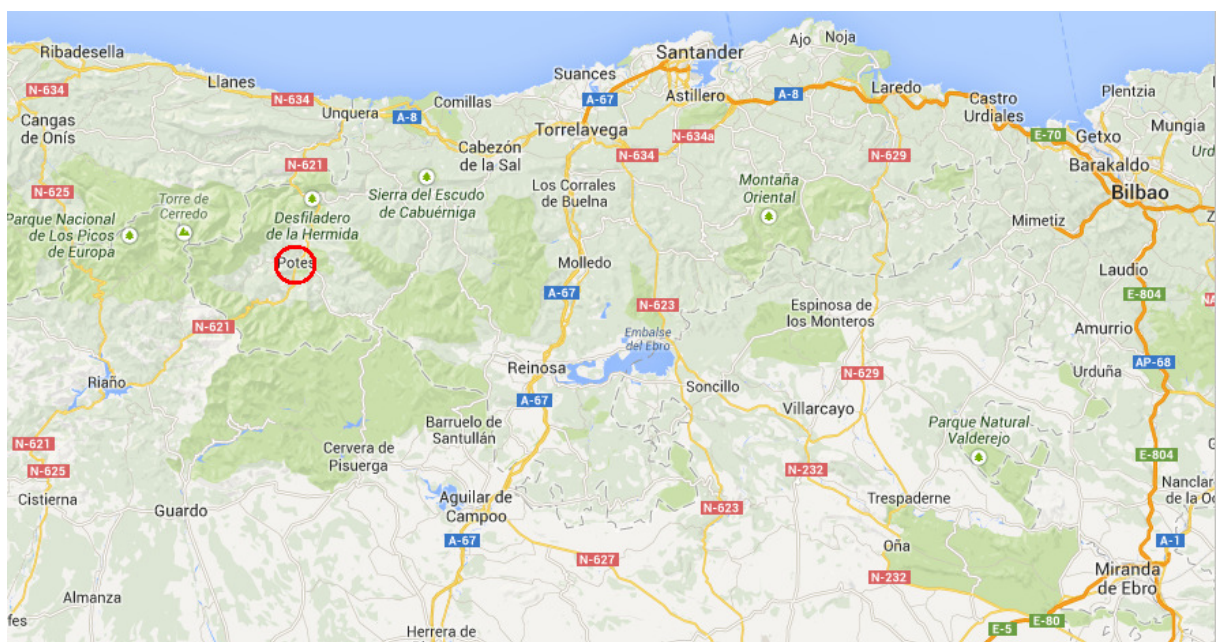


Ilustración 1 - Plano de situación.

Concretamente el túnel se situará en la variante de la carretera N-621 que bordeará Potes por el oeste de la localidad como se puede ver en la siguiente ilustración.

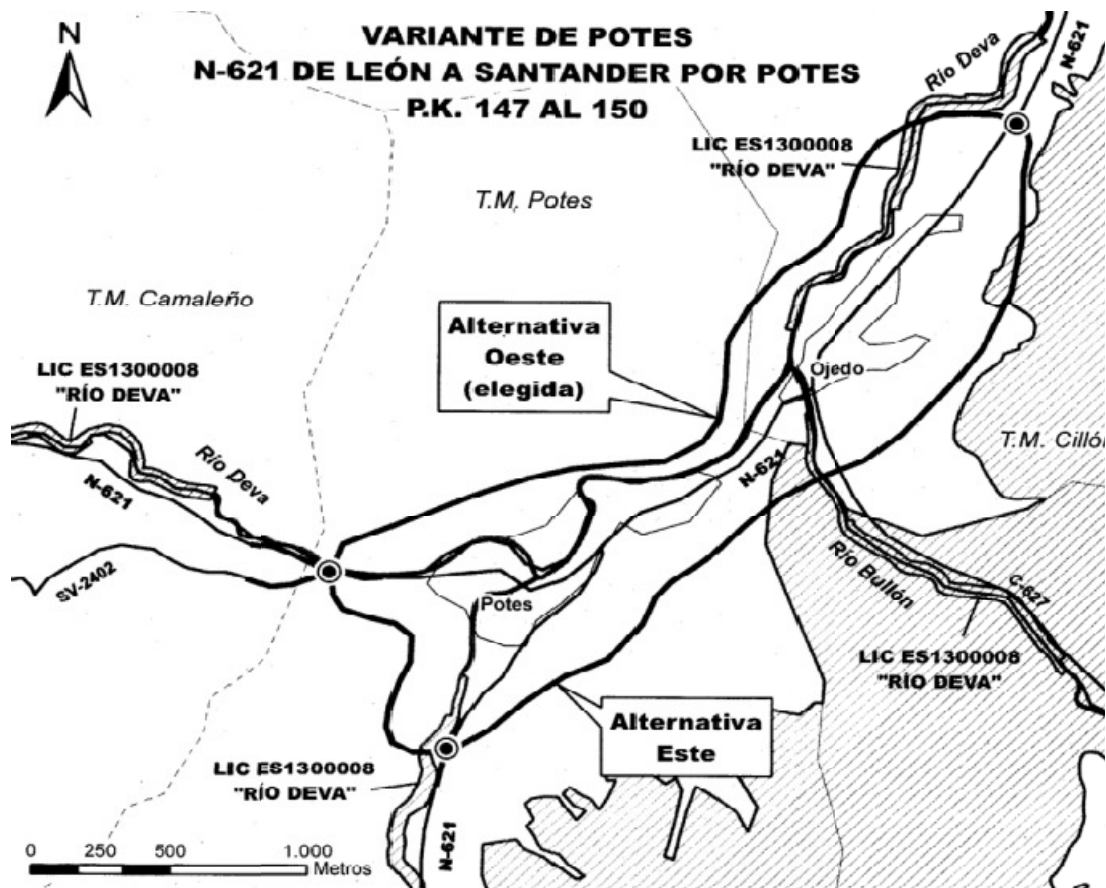


Ilustración 2 - Esquema del trazado.

El túnel se atacará por dos bocas, quedando definidos los emboquilles por las siguientes coordenadas UTM:

Emboquille P.K. 1+300

- Coordenada X: 367553.422



- Coordenada Y: 4779528.482

Emboquille P.K. 1+940

- Coordenada X: 367643.276
- Coordenada Y: 4779572.371

1.5 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente no existe el tramo en el que se encontrará el túnel del que es objeto este proyecto, que es una circunvalación al pueblo de Potes, y que conecta con la N-621.

Actualmente, todo el tráfico que circula por esta nacional, debe atravesar el pueblo de Potes, con una carretera con radios de giro pequeños lo que disminuye la seguridad y perjudica la fluidez de las maniobras.

1.6 CARTOGRAFÍA

1.6.1 CARTOGRAFÍA EXISTENTE

Para la elaboración de la cartografía se procedió inicialmente a seleccionar una cartografía básica que, encontrándose entre las disponibles, editadas por los diversos organismos existentes, fuese adecuada en escala y características al objeto de dar comienzo al estudio del proyecto.

La cartografía utilizada es la siguiente:

- 1/5.000 en soporte digital facilitado por el Ayuntamiento de Potes.
- 1/5.000 en papel del año 1.973, facilitado por la Diputación de Santander
- 1/5.000 en soporte digital de los tres municipios (Potes, Cabezón de Liébana y Cillorigo de Liébana) facilitado por el Servicio de Cartografía del Gobierno de Cantabria.



- 1/2.000 también en soporte digital proporcionado por el Gobierno de Cantabria.
- 1/2.000 digitalizado facilitado por el Ayuntamiento de Castro Cillorigo.
- Fotos aéreas en color del territorio a escala 1/5.000 realizadas por la Universidad de Cantabria en Abril de 2.002.

1.6.2 NECESIDAD DE UNA NUEVA CARTOGRAFÍA

La cartografía proporcionada es actual y la zona no ha sufrido importantes cambios desde su restitución fotogramétrica. Se ha realizado un levantamiento topográfico con estación total apoyado en la cartografía existente para obtener cartografía 1:1000 de la zona de los emboquilles para mejor precisión en su definición.

1.7 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

A efectos de caracterizar el área de estudio desde el punto de vista climático y medioambiental se ha recogido la información existente al respecto proporcionada por diferentes organismos, en el Anexo III – Descripción del Medio se amplía la información correspondiente a este capítulo.

Existe una peculiaridad en la zona de estudio. La comarca de Liébana constituye una de las excepciones más destacables a las características climáticas generales de la vertiente atlántica ibérica.

El túnel se enclava en una cuenca intramontana en la que el frío invernal se atenúa, el calor del estío se acentúa y disminuyen de forma general las precipitaciones. Estas características del régimen térmico y de pluviosidad se ven especialmente acentuadas en el fondo del valle del río Deva, donde se encuentra el área objeto del presente estudio.

Estas peculiaridades climáticas se deben fundamentalmente a las altas montañas que rodean el valle del Deva, que detienen los vientos húmedos oceánicos, provocan su enfriamiento al elevarse y producen precipitaciones en la vertiente septentrional; una vez superado el obstáculo orográfico, estos vientos más secos y recalentados por el descenso hacia el fondo del valle no suelen provocar



precipitaciones copiosas, disminuyendo a su vez la posibilidad de que se den temperaturas excesivamente bajas, salvo en invierno, cuando en época de calmas son frecuentes las heladas debido a que el aire frío queda atrapado en el fondo del valle por su mayor densidad y no existen vientos capaces de desalojarlo.

Con estas características, el fondo del valle posee un clima seco y soleado de rasgos mediterráneos, que contrasta con el de las cumbres cercanas y explica la existencia de viñedos. Los inviernos no son muy fríos, los veranos cálidos y secos, y las precipitaciones se reparten de forma irregular a lo largo de todo el año, con mayor incidencia en otoño, invierno y primavera.

La zona en la que se proyecta la construcción del túnel, se encuentra fuera de zonas de reserva natural próximas y no afectará a la flora y fauna existente en la zona. Además se decidió la construcción del túnel como parte de la variante con el fin de reducir el impacto paisajístico.

1.8 GEOLOGÍA

En el presente capítulo se definen las características geológicas de los materiales que serán excavados a lo largo del túnel, y se establecen las condiciones hidrogeológicas de contorno del macizo donde estos se sitúan.

Esta caracterización geológica sirve como base para determinar los distintos materiales que se verán implicados en las obras de construcción del túnel que formará parte del trazado de la nueva variante de la carretera existente N-621, permitiendo elaborar las recomendaciones geotécnicas correspondientes.

Tras el estudio realizado incluido en el Anexo I – Geología y Geotecnia se han determinado las siguientes características de la zona en la que se situará el túnel del proyecto.



1.8.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL TRAZADO

1.8.2 CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.

En este apartado se describen las características litológicas básicas de las diferentes unidades reconocidas en el ámbito donde se sitúa el túnel del presente proyecto.

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se sitúa en la parte occidental de la Cuenca Cantábrica.

La zona de estudio (Potes) pertenece al Dominio de La Liébana, que se caracteriza por la abundancia de sedimentos carboníferos siliciclásticos depositados en condiciones sinorogénicas. Esto determina la existencia de series potentes con variaciones de facies y potencias, numerosas discordancias y abundancia de sedimentos originados a partir de pendientes submarinas (olistostromos) o ligados a relieves emergidos (sistemas de abanicos aluviales y fluviodeltáicos).

Nuestro túnel discurre sobre materiales pertenecientes al Grupo Potes (GrP), constituido por sedimentos terrígenos de origen turbidítico (alternancia rítmica de lutitas y areniscas), aunque ocasionalmente aparecen intercalaciones lenticulares de calizas bioclásticas y brechoides y conglomerados. La potencia total de este grupo es de 1500 a 2000m. Los conglomerados son mixtos (silíceo-carbonatados) con algunos niveles de brechas calcáreas.

Las características sedimentarias de los materiales constituyentes del Grupo Potes, evidencian una importante variedad de ambientes sedimentarios: llanuras de mares, deltas y plataforma interna submareal, lóbulos turbidíticos, depósitos turbidíticos de alta densidad y olistostromas.

1.8.3 TECTÓNICA

La zona estudiada se sitúa en la parte más externa de la Cordillera Varisca de la Península Ibérica, en la denominada como Zona Cantábrica. Se caracteriza por la



presencia de una tectónica de cobertera, donde las principales estructuras son los mantos y pliegues relacionados con éstos.

A nivel local, los corredores estudiados presentan una estructura general muy variable debido a la existencia de un intenso plegamiento en toda la serie. No obstante, desde el punto de vista general, se puede deducir una orientación principal de la estratificación de dirección NW-SE, en general transversales a la dirección del trazado de las alternativas, y con buzamientos muy variables (entre 14 y 88°) tanto hacia el NE como al SW.

También cabe destacar que en algunas zonas puntuales aparece, de forma menos frecuente pero significativa, la estratificación con orientación NE-SW, oblicua a subparalela a la dirección del trazado con buzamientos variables tanto hacia el SE como al NW.

Las principales estructuras tectónicas observadas en los corredores, están caracterizadas por el cabalgamiento de Salceda, el anticlinal de Polaciones y la falla de San Carlos, todas ellas situadas en el Flanco Norte del Sinclinal Central de la Liebana, presentando, al igual que la estratificación, una dirección predominante NW-SE, dirección general del plegamiento a nivel regional.

1.8.4 GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista geomorfológico, esta zona está directamente relacionada con la estructura y litología de las formaciones atravesadas.

El área de Liebana está caracterizada por una topografía deprimida que aparece rodeada de importantes macizos montañosos, llegando a superar, en ocasiones, los 2.000 metros de altura.

Por el Norte aparece separada del resto de la Cornisa Cantábrica por los macizos de Picos de Europa y Peña Sagra, mientras que al Este queda limitada por la Peña Labra; hacia el Sur limita con el macizo de Fuentes Carrionas.

En el ámbito de las alternativas estudiadas, la morfología se podría definir de relieve medio, suave y de formas redondeadas, aunque con grandes desniveles, tal y como



corresponde a la acción erosiva de un substrato fundamentalmente siliciclástico, donde predominan tipos litológicos menos competentes, todos ellos pertenecientes al Grupo Potes.

Por otra parte, la morfología del área estudiada está ampliamente relacionada con la dinámica fluvial en su sentido más amplio, presentando una acción casi exclusivamente erosiva sin originar grandes depósitos, exceptuando los tramos de los ríos Deva, Quiviesa y Bullón en el entorno a la localidad de Potes, donde se presentan una pequeña apertura de los fondos de valle con depósitos fluviales. La mayor parte de estos fondos de valle están ocupados por depósitos de terrazas, donde los cauces de los ríos discurren muy encajados, dando testimonio de una fase reciente de erosión del nivel de base de la red fluvial, y generando gradientes muy altos.

1.8.5 HIDROGEOLOGÍA

A escala regional, desde el punto de vista Hidrogeológico, esta zona pertenece a la Cuenca Norte, siendo los principales ríos el Deva y sus afluentes Quiviesa y Bullón, por cuyos valles discurren el túnel proyectado.

La hidrogeología de esta zona no presenta un interés especial, en cuanto a la presencia de importantes acuíferos subterráneos, exceptuando el dominio calcáreo de los Picos de Europa.

El dominio de los Picos de Europa constituye una unidad conocida como Subsistema 3-B, dentro del Acuífero nº 3, correspondiente a la caliza de montaña Cantabro – Astur. Esta Unidad presenta materiales altamente porosos y de elevada permeabilidad debidos a los intensos procesos de fracturación y karstificación, determinando una escasez de cursos de agua superficiales.

Debido al ligero buzamiento al Norte que presenta el cabalgamiento basal de esta unidad, así como a que éste se sitúa sobre un substrato prácticamente impermeable, como es la Unidad de Pisuergra – Carrión, la descarga de agua del acuífero se realiza hacia el mar Cantábrico.



Por lo que respecta a la Unidad de Pisuerga – Carrión, la cual afectará a la zona del proyecto, la presencia de sedimentos siliciclásticos finos favorecerá la escorrentía superficial y limitará la circulación de agua subterránea a pequeños acuíferos locales favorecidos por las zonas de fractura, así como a acuíferos confinados a los niveles areniscos o calcáreos.

Por otra parte, existen formaciones superficiales cuaternarias susceptibles de comportarse como acuíferos libres. Tal es el caso de las llanuras aluviales y terrazas de los principales ríos (Deva, Quiviesa y Bullón).

En la zona donde afloran los materiales del Grupo Potes, predominantemente de naturaleza lutítica y areniscosa, fuertemente fracturada, hacen de estas áreas zonas impermeables o de permeabilidad media.

1.9 GEOTECNIA

El túnel proyectado atraviesa un macizo rocoso compuesto por materiales pertenecientes a la formación Potes; es decir, por una alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas. La orientación general de la estructura rocosa es transversal al túnel con la presencia de pliegues bastante apretados; puntualmente, en el sector inicial del túnel, la estructura se dispone subparalela al trazado con buzamientos medios de unos 45°.

La cobertura máxima es de unos 55 m.

1.9.1 PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL MACIZO ROCOSO

Para definir las propiedades geomecánicas del macizo rocoso que va a atravesar el túnel se recurre a la utilización de las clasificaciones geomecánicas. A partir de los resultados obtenidos se puede definir la perforabilidad y método de excavación y sostenimiento adecuados a la calidad del terreno que va a atravesar el túnel.

En el presente proyecto se ha recurrido a la utilización de las clasificaciones geomecánicas más frecuentes en la actualidad.

- Clasificación geomecánica de Bieniawski:

Para determinar la calidad del macizo rocoso se divide al mismo en dominios estructurales, es decir, en zonas delimitadas por discontinuidades geológicas, dentro de las cuales la estructura es prácticamente homogénea.

A grandes rasgos, la clasificación tiene en cuenta seis parámetros para clasificar el macizo rocoso: Resistencia a Compresión Simple de la roca, Índice RQD, Espaciamiento entre discontinuidades, Características de las discontinuidades, Presencia de agua y Orientación de las discontinuidades.

Cada parámetro es valorado de forma distinta siguiendo criterios geotécnicos, sumándose para obtener el RMR del macizo rocoso, excepto el último parámetro que se resta ya que es restrictivo.

En función del valor del índice RMR los macizos rocosos se clasifican en cinco clases:

RMR	81 – 100	61 – 80	41 – 60	21 – 40	< 20
CLASE	I	II	III	IV	V
DESCRIPCIÓN	Muy Bueno	Bueno	Medio	Malo	Muy Malo

Tabla 1 – Clasificación RMR

- Clasificación Q de Burton:

Desarrollada por Burton, Lien y Lunde en 1974, a partir del estudio de un gran número de túneles, constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite estimar parámetros geotécnicos del macizo rocoso y diseñar sostenimiento para túneles y cavernas subterráneas. El índice Q está basado en la evaluación numérica de seis parámetros dados por la expresión:

$$Q = \frac{RQD \cdot J_r \cdot J_w}{J_n \cdot J_a \cdot SRF}$$

Siendo:



- RQD: Índice RQD
- J_n : Parámetro en función del número de juntas
- J_r : Parámetro en función de la rugosidad de las juntas
- J_a : Parámetro en función del grado de alteración de las juntas
- J_w : Parámetro en función de la presencia de agua en las juntas
- SFR: Parámetro en función del nivel tensional que sufre la roca

Valor Índice Q	Clasificación del macizo rocoso
0,001 a 0,01	Roca excepcionalmente mala.
0,01 a 0,1	Roca extremadamente mala
0,1 a 1	Roca muy mala
1 a 4	Roca mala
4 a 10	Roca media
10 a 40	Roca buena
40 a 100	Roca muy buena
100 a 400	Roca extremadamente buena
400 a 1000	Roca excepcionalmente buena

Tabla 2 - Clasificación Q

Para determinar los valores necesarios para realizar la clasificación geomecánica del terreno se han utilizado datos de 5 estaciones geomecánicas situadas a lo largo del tramo del túnel.

Los datos medidos en cada estación geomecánica permiten obtener un RMR promedio para clasificar el macizo rocoso atravesado, con valores que se encuentran alrededor de 48 lo que lo clasifica como tipo medio.

Utilizando la fórmula que relaciona las clasificaciones RMR y Q obtenemos que el valor medio de Q para el macizo rocoso atravesado por el túnel, es de 1,8. Este valor de Q clasifica al macizo rocoso como roca de calidad media.



A partir de las clasificaciones RMR y Q se procederá más adelante a escoger el método de excavación y sostenimiento recomendado en función de los resultados obtenidos.

En el Anexo II – Geotecnia se amplía lo anterior.

1.9.2 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS QUE INFLUYEN EN LA EXCAVABILIDAD

1.9.2.1 RESISTENCIAS MECÁNICAS

Las resistencias mecánicas que más influyen a la hora de excavar un macizo rocoso son la resistencia a compresión y la resistencia a tracción. Estas propiedades se estudian en el Anexo VII – “Método de excavación”.

El valor de la resistencia a compresión constituye un criterio de valoración de la facilidad de excavación de la roca. Se emplea la siguiente clasificación basada en la valoración de la resistencia a compresión:

Claseresistente	Resistencia δ_c (MPa)
Muydébil	<1,25
Débil	1,25-5
Moderadamentedébil	5–12,5
Moderadamenteresistente	12,5– 50
Resistente	50–100
Muyresistente	100–200
Extremadamente resistente	>200

Tabla 3 - Valoración de la resistencia a compresión



En nuestro caso el terreno compuesto por alternancia enpaquetes delgados de areniscas y lutitas presenta una resistencia a compresión media entorno a 39MPa.

1.9.2.2 ÍNDICES DE ABRASIVIDAD

Para el siguiente proyecto se utilizan dos índices de abrasividad. Estos índices son necesarios para conocer la rozabilidad de las rocas. Se utilizarán el índice de abrasividad de Schimazek y el de Cerchar.

- AbrasividadSchimazek

Este coeficiente se aplica para estudiar la excavabilidad de los materiales rocosos. La rozabilidad de las rocas puede estimarse de acuerdo al Índice F, también conocido como índice de Schimazek:

$$F_{Schim} = \frac{Q \cdot d_{50} \cdot \sigma_T}{100}$$

Dónde:

F_{Schim} = Índice Schimazek (N/mm)

Q = Contenido en cuarzo equivalente en minerales abrasivos (%)

d_{50} = Diámetro medio del grano de cuarzo (mm)

σ_T = Resistencia a Tracción de la roca ($N/mm^2 = MPa$)

Este índice se determina en laboratorio, a partir de un estudio petrográfico, que proporcionará Q y d_{50} , y ensayos brasileños de resistencia a tracción, que proporcionarán el valor de σ_T .

Una vez obtenido el valor de F_{Schim} podrá evaluarse la abrasividad de la roca, de acuerdo a la tabla que se incluye a continuación (Verhoef, 1997):

ÍndiceSchimazek F_{SCHIM} (N/mm)	Abrasividad
< 0,05	Roca deBaja Abrasividad



0,05 – 0,1	Roca de Media Abrasividad
0,1 – 0,5	Roca de Alta Abrasividad
> 0,5	Roca de Extrema Abrasividad

Tabla 4 -Abrasividad de la roca según valor de Fschim

- Abrasividad Cerchar

El índice CAI de abrasividad Cerchar es muy empleado para estudiar la excavabilidad de los túneles.

Este índice se mide directamente en laboratorio, para ello se hace recorrer lentamente sobre 10 mm de roca una aguja de acero de forma cónica sometida a la acción de un peso de 7 kg. Este índice es el diámetro de la superficie circular generado en la aguja de acero en múltiplos de 10^{-4} .

En la tabla 5 se valora la abrasividad de la roca en función del valor de CAI:

Abrasividad Cerchar (CAI)	Abrasividad
>4,5	Extremadamente Abrasiva
4,5–4,25	Altamente Abrasiva
4,25–4	Abrasiva
4–3,5	Moderadamente Abrasiva
3,5–2,5	Abrasividad Media
2,5–1,2	Poco Abrasiva
<1,2	Muy Poco Abrasiva

Tabla 5 -Relación de la abrasividad con índice Cerchar (CAI)

1.9.3 DISCUSIÓN DE LOS CRITERIOS Y APLICACIÓN A LOS TÚNELES.

En la siguiente tabla 5 se resume las principales propiedades relativas a la excavabilidad del tipo presente en el trazado del túnel:



Litotipo	Resistencia		AbrasividadSchimazek		AbrasividadCerchar	
	σ_{CM} Pa	Clase	(*)F _{SCHIM} N/mm	Clase	(*)CAI	Clase
1	39,9	ModeradamenteResistente	0,0399kN/m	Rocadebajaabrasividad	2,30	PocoAb rasiva

Tabla 6 - Propiedades del litotipo del trazado del túnel

La aplicación del criterio de excavabilidad de Gehring (1997) al litotipo, teniendo en cuenta que $CAI = 2,30$, obtendríamos que $39,9 \cdot 2,30 < 100$ por lo que el terreno es técnicamente excavable mediante rozadora.

En resumen, se considera que lo más adecuado es la excavación mediante rozadora ya que los valores del RMR, resistencia a compresión simple y rozabilidad obtenidos son adecuados para este método. Además de esto, otro factor importante para esta elección es la presencia de núcleos de población cercanos, ya que las vibraciones producidas por las voladuras podrían causar daños a estos.

1.10 SISMOLOGÍA

Se encuentra actualmente en vigor la nueva normativa denominada "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación" NCSE-02 (RD 997/2002 de 27 de septiembre, publicada en el BOE de 11 de octubre de 2002). Teniendo en cuenta los criterios de clasificación expuestos en ella, la variante de Potes se encuadra dentro del grupo de construcciones de importancia normal.

De forma que no es precisa la aplicación de la Norma Sismorresistente para el diseño y cálculo de construcciones situadas en el municipio de Potes.

En el Anexo IV - "Efectos sísmicos" se amplía lo expuesto.

1.11 HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Se debe realizar una estimación de los caudales agua superficial que pueda aparecer en las cuencas formadas bocas del túnel debido a las aguas pluviales para



dimensionar los elementos de drenaje necesarios para su evacuación partiendo de los datos climáticos obtenidos en el Anexo III "Descripción del Medio".

Respecto un túnel, la norma indica:

Deberá preverse la recogida, por medio de caces, de las aguas que caigan a la superficie de la plataforma y, en especial, de los vertidos procedentes de los vehículos, sin dejarlas correr una distancia excesiva. Para ello se desaguarán aquéllos, a través de sumideros frecuentes, a unos colectores. Podrá desaguar la plataforma hacia un solo lado.

Las arquetas necesarias irán separadas 100 m como máximo, y preferiblemente 50 m, y se adaptarán a la sección del túnel. Sus tapas no podrán situarse en la calzada, salvo justificación en contrario. Su profundidad será suficiente para recoger también el drenaje profundo.

El túnel se dimensiona con dos sistemas de evacuación: para filtraciones y para vertidos.

Para dimensionar los elementos de drenaje nos apoyamos en el Instrucción de Drenaje 5.2 IC.

Se han calculado los caudales máximos a desaguar en las bocas de entrada al túnel para un periodo de retorno de 25 años del siguiente modo:

$$Q = \frac{C * A * I}{K}$$

Siendo:

- C: el coeficiente medio de escurrimiento de la cuenca o superficie drenada.
- A: su área, salvo que tenga aportaciones o pérdidas importantes, tales como resurgencias o sumideros, en cuyo caso el cálculo del caudal Q deberá justificarse debidamente.



- I: la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.
- K: un coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A y que incluye un aumento del 20 por 100 en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuenca	A (Ha)	C	I	Q
Boca Norte	0.720	0.38	111,605	0.1221
Boca Sur	0.625	0.38	111,605	0.1060

Tabla 7 - Caudales en las cuencas

A partir de los caudales calculados se dimensiona la cuneta de drenaje que será de hormigón obteniendo que el radio de la cuneta necesario, para una velocidad máxima de 4,5m/s en la boca norte es de 0,13 metros y en la boca sur de 0,12 metros.

1.11.1 ELEMENTOS DE DRENAJE EXTERIOR

En los emboquilles del túnel se procederá construcción de sistemas de cunetas de drenaje, con las correspondientes bajantes, para evitar la escorrentía superficial sobre las superficies de los taludes de la trinchera, que erosionaría y dañaría al talud.

Se ha proyectado un sistema de recogida, canalización y evacuación de las aguas pluviales compuesto por:

- La realización de una cuneta en todo el perímetro de la excavación de cada una de las bocas, con la misión de recoger el agua de escorrentía de la ladera y canalizarla hacia las bajantes que se dispondrán sobre el relleno definitivo.



- La construcción de bajantes, a partir de elementos prefabricados, que conducirán el agua recogida hasta el sistema general de drenaje de la carretera que atraviese el túnel.

1.11.2 ELEMENTOS DE DRENAJE EXTERIOR

Se instalará un sistema de evacuación a lo largo del túnel cuya misión es la recogida rápida eliminación de vertidos y agua caigan a la superficie de la plataforma del túnel.

Se instalará un sistema de evacuación de filtraciones que por finalidad la evacuación de filtraciones que se capten en el túnel, fuera del mismo e independizar los caudales de filtraciones de los vertidos que puedan producirse en el mismo.

En el Anexo V - `` Hidrología y drenaje `` se presentan los cálculos correspondientes a este capítulo y se definen los elementos de drenaje.

1.12 DEFINICIÓN DEL TRAZADO

Se estudia el trazado en alzado y en planta de la carretera del proyecto. Para ello, se aplica la normativa española vigente de trazado que corresponde a la Norma 3.1-I.C.

De conformidad con el Estudio Informativo realizado, los criterios de trabajo para la definición del trazado geométrico han sido los siguientes:

- Las características geométricas se corresponden con las de una carretera de velocidad de proyecto de 60 km/h, según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas.
- La sección tipo definida es de una calzada formada por dos carriles de 3,5 m y arcenes de 0,50m.

1.12.1 TRAZADO EN PLANTA

El tramo de túnel será una alineación recta ya que cumple las condiciones impuestas.



El inicio del túnel en la boca norte se sitúa en el P.K.1+940 y la salida en la boca sur en el P.K.1+300 lo que nos da una longitud de túnel de 640 m.

Las longitudes aproximadas de los emboquilles son de 19 metros en la boca norte y 65 m en la boca sur.

1.12.2 TRAZADO EN ALZADO

En cuanto a la inclinación de la rasante del túnel tiene una longitud de 640 m y se le ha dado una pendiente del 1,1% que se considera suficiente para que haya evacuación de aguas y los vehículos pesados no sufran una importante reducción de velocidad.

En los dos extremos de la alineación recta en la que se encuentra el túnel aparece un acuerdo vertical convexo a los que se les ha dado un valor $K_v = 7000$.

1.13 DISEÑO DEL TÚNEL

En este capítulo se definen las características geométricas de diseño del túnel formado por un único tubo, que forma parte de la variante de la N-621, para pasar por debajo de un montículo. La cota en la cima más alta es de 375 m. de altura.

El tubo comienza en su emboquille lado Sur en el P.K 1+300, el inicio de la excavación se localiza en el P.K. 1+250 (P.K. a cota de rasante). El final del túnel se sitúa en el P.K. 1+940, la excavación finaliza en el P.K. 1+990 (a cota de rasante). La longitud del túnel es, por tanto, de 640 m.

El trazado del túnel se compone de una recta, en planta y en alzado. La rasante tiene una pendiente descendente del 1,1 % de Norte a Sur.

1.13.1 FUNCIONALIDAD Y GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN

Un túnel carretero debe permitir el paso de la circulación en unas condiciones de visibilidad, seguridad, velocidad y confort suficientes y tan homogéneos como sea posible respecto al resto del itinerario.



La determinación de las características geométricas de un túnel tiene una importancia considerable, en especial su sección transversal. Las consecuencias de la elección repercuten directamente en el usuario y en la sociedad.

Para el *conductor*, porque el paso de un túnel siempre induce un desasosiego, considerándose los túneles “Puntos Negros” por los usuarios, en razón de sus condiciones ambientales y de visibilidad.

Las consecuencias por una parada por avería o accidente, y en especial las derivadas de un incendio, sin considerar un fallo en la estructura portante, tienen mucha más gravedad que al aire libre; por ello, desde este punto de vista, se recomienda adoptar características con suficiente holgura.

Para la *sociedad*, los túneles son obras costosas, por lo cual es lógico que en el proyecto se trate de rebajar el coste, a costa de disminuir ciertas características geométricas o de equipamiento.

Es aceptado que la sección transversal de la carretera se reduzca en los túneles ya que el coste es directamente proporcional a la sección del túnel. Pero esta reducción tiene unos límites que pueden considerarse mínimos.

En primer lugar, debe mantenerse la anchura y el número de carriles que corresponderían al mismo trazado a cielo abierto. En nuestro caso, esto supone la necesidad de una plataforma de 7 m. (2 carriles de 3,5 m. cada uno).

En España, atendiendo a la norma de trazado, 3.1-IC:

Carreteras convencionales C-60.

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 9,0 \text{ m}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Este criterio nos lleva a una sección de:

$$2 \times 0,75 \text{ (aceras)} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 10,5 \text{ m}$$



1.13.2 SECCIÓN ADOPTADA

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se adopta una plataforma de 10,50 m. de anchura, distribuida en dos carriles de 3,5 m., dos arcenes de 1 m., y aceras de anchura 0,75 m.

El gálibo mínimo de cualquier punto de la acera será de 2 m y de 5m en la parte baja del bordillo que limita la acera.

Una vez determinado el ancho de plataforma, se plantea la sección transversal a adoptar.

Se barajan tres secciones tipo que se adecuan desde el punto de vista estático a los requisitos necesarios:

- Sección circular truncada inferiormente a nivel de calzada.
- Sección en herradura, constituida por un semicírculo superior prolongado interiormente mediante dos arcos de radio doble.
- Sección constituida por un semicírculo superior y dos hastiales verticales.

La **sección circular** aporta las siguientes ventajas:

- Mejor adaptación a las isolíneas tensionales necesarias para soportar las cargas.
- Mayor facilidad de replanteo y ejecución.
- Mayor holgura lateral para situar señales sobre la acera (aproximadamente de 0,27 m. a 2,00 m. de altura sobre la acera).



- Menor superficie de excavación.
- Menor longitud de excavación.

En referencia a las instalaciones de explotación, tales como ventiladores, señalización, etc. las más exigentes en cuanto a espacio son los ventiladores. Por ello se ha dispuesto bajo la clave de los túneles un espacio suficiente para la instalación de los mismos, de modo que su ubicación no invada la altura libre reservada para la circulación de vehículos.

Por lo tanto la sección adoptada tiene un radio de 5,60 m. y la altura del centro de la circunferencia sobre el plano de rodadura y perpendicular a este es de 2,2m.

1.14 MÉTODO DE EXCAVACIÓN

1.14.1 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXCAVACIÓN

En este capítulo una vez definidas las características del terreno que se va a atravesar y las características del túnel y se va a realizar la elección y definición del método de excavación elegido para la construcción del túnel.

En la actualidad los métodos de excavación más utilizados para la construcción de túneles son dos:

- Excavación mediante voladuras.
- Excavación mediante medios mecánicos, principalmente con tuneladoras rozadoras y martillos hidráulicos.



**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621
ENTRE EL PK147 Y EL PK150**



La principal clasificación que se utiliza para la definición del macizo rocoso atravesado por el túnel es la RMR de Bieniawski. A partir de esta clasificación M. Romana propone la elección del método de excavación según el valor RMR que vemos en la tabla que aparece a continuación:

RMR	CLASE	LONGITUD DE PASE (m)		PARTICIÓN DE LA SECCIÓN	MÉTODO DE EXCAVACIÓN
		MÁXIMA	RECOMENDADA		
100	I a		≥ 5	SECCIÓN COMPLETA CALOTA Y DESTROZA	TBM ABIERTO VOLADURAS ROZADORA
90	I b		≥ 5		
80	II a	16.0	≥ 5		
70	II b	9.5	4/5		
60	III a	6.0	3/4		
50	III b	4.0	2/3		
40	IV a	2.5	1/2		
30	IV b	1.75	1		
20	V a	1.0	0,5/0,75		
10	V b		0,5		
0				GALERÍA DE AVANCE GALERÍAS MÚLTIPLES CONTRABO VEDA	ESCUDO FRESADO ESCARIFICACIÓN/PALA

Tabla 8 - Elección del método de excavación según Romana

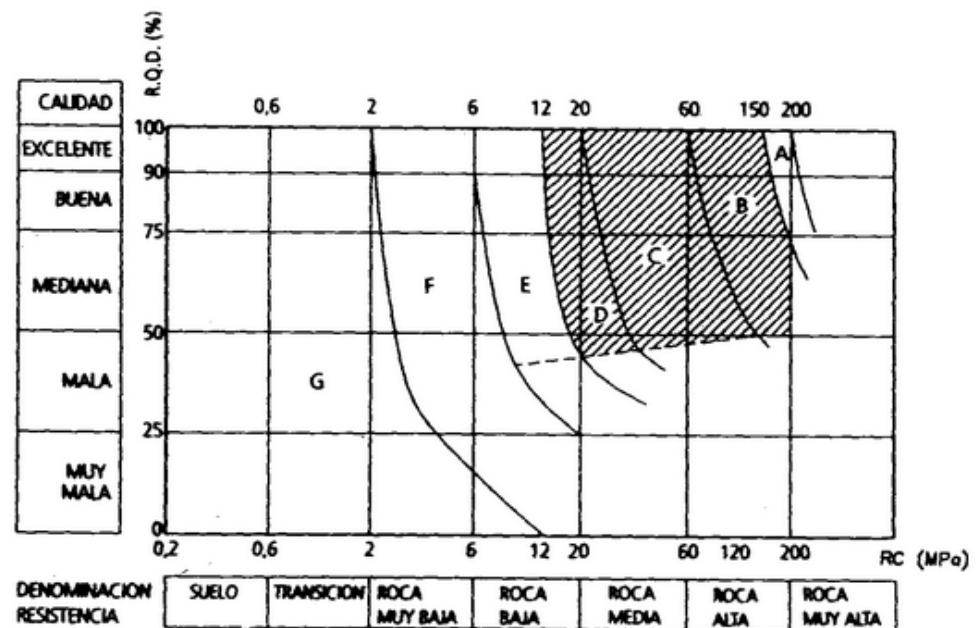
Según los resultados obtenidos en el Anexo II “Geotecnia” el valor RMR medio que encontramos en el macizo rocoso está alrededor de 48. Para estos valores los métodos posibles de excavación serían rozadura o voladuras.

Los valores medios de resistencia a compresión simple de los materiales que aparecen en la excavación el túnel se encuentran entre 25 y 50Mpa.

Además de la clasificación RMR otros parámetros a tener en cuenta son la resistencia a compresión simple de la roca y la abrasividad.



Romana, propone la clasificación de la figura siguiente, con indicación de las regiones de aplicación de los diferentes métodos de excavación en función de la resistencia a compresión simple y el RQD.



ZONA	TOPO		ROZADORA			MARTILLO	PALA
	> 25 t	< 25 t	> 80 t	50 - 80 t	< 50 t		
A	Posible ?						
B	Adecuado	Posible ?	Posible ?				
C	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado			
D	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?	*
E	Posible	Posible	Posible	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?
F				Posible	Adecuado	Adecuado	Posible
G					Posible	Posible ?	Adecuado

Ate Tabla 9 - Elección del método de excavación en función de R.C.S y el RQD

ndiendo a estos criterios nos situaría nuestro terreno dentro de la zona D en la figura anterior, siendo adecuada la excavación mediante rozadora de entre 50 y 80 t.

El método elegido es la excavación con rozadora ya que los valores del RMR y resistencia a compresión simple obtenidos son adecuados para este método ya que además los valores de rozabilidad encontrados son buenos. Además de esto, otro factor importante para esta elección es que el túnel se va a excavar en una zona

urbana, ya que las vibraciones producidas por las voladuras podrían causar molestias y daños a las edificaciones próximas.

1.14.2 SISTEMA DE EXCAVACIÓN

Dada su gran versatilidad, los modos de operación de las rozadoras son muy variados: desde la excavación a plena sección hasta la excavación en secciones múltiples, con sofisticadas secuencias de fases. La geometría y las características geotécnicas de la roca son las que condicionan el método más adecuado a seguir.

Tradicionalmente en el caso de grandes secciones, superiores a 50 m^2 , como las requeridas en túneles carreteros el método de excavación utilizado es el de excavación por fases.

A la primera fase se la denomina avance y a las siguientes destroza. La destroza puede excavarse a su vez en una única fase o en dos: banco central y bataches laterales.

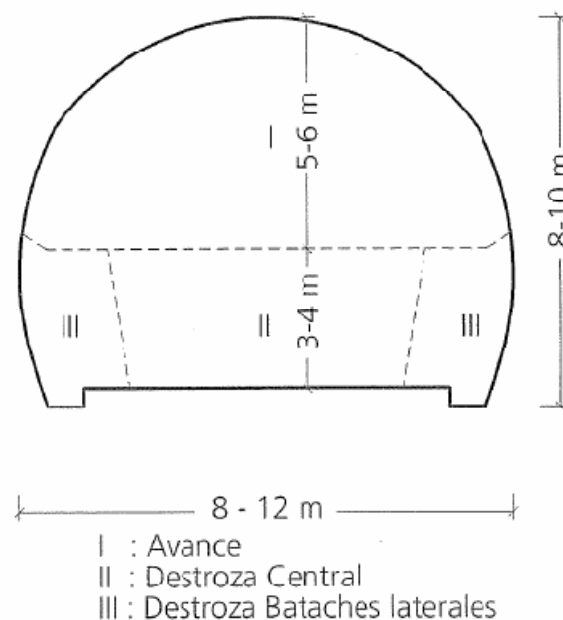


Ilustración 3 - Sistema de excavación

El desfase entre
siguiente

una fase y la
depende, tanto de



criterios constructivos (movimiento de las máquinas, rampas), como de criterios geotécnicos. Para garantizar que la excavación de una fase no influye en la anterior deben estar separadas como mínimo tres o cuatro diámetros.

El método que se utilizara en la construcción del presente túnel será el de avance y destroza ya que es adecuado para la sección y características del terreno.

1.15 SOSTENIMIENTO

El sostenimiento se refiere a los elementos estructurales de sujeción del terreno aplicados inmediatamente después de la excavación del túnel, con el fin de asegurar su estabilidad durante la construcción y después de ella, así como garantizar las condiciones de seguridad.

Las clasificaciones geomecánicas constituyen actualmente un método fundamental para la caracterización geomecánica de los macizos rocosos, ya que permiten obtener parámetros de resistencia y deformabilidad del macizo y estimar los sostenimientos de un túnel.

Para la elección del sostenimiento a colocar en el túnel del presente proyecto se han utilizado las clasificaciones RMR y Q, a partir de los resultados que se expusieron en el capítulo 1.9 Geotecnia.

Se define dos tipos de sostenimiento a utilizar en cada una de las secciones tipo del túnel, una para los primeros metros de excavación en las zonas de emboquille y zonas de poca montera y otra en la zona interior del túnel en la que la calidad del macizo rocoso es superior.

Sección Tipo 1

Se utiliza en la zona interior del túnel, en la que el valor RMR se encuentra próximo a 50 y la montera es suficiente.

- Capa de sellado con un espesor de 5 cm. de hormigón.



- Bulonado sistemático con bulones de 3,50 m. de longitud, separaciones de 1,50 m., pretensados.
- 10 cm. de hormigón proyectado con mallazo.
- Longitud de pase: 3 m. para un tiempo de estabilidad de 10 días.
- Solera sistemática de hormigón HM-25

Sección Tipo 2

Se utiliza en los primeros metros de excavación después de la zona de emboquille donde la categoría RMR baja una clase estando entorno a 40, ya que en estas zonas el recubrimiento es menor y existe posibilidad de encontrar materiales en peores condiciones, y en la zona interior del túnel en la que el recubrimiento es inferior a un diámetro.

- Capa de sellado con un espesor de 5 cm. de hormigón.
- Bulonado sistemático con bulones de 4,50 m. de longitud, separaciones de 1 m, pretensados.
- 15 cm. de hormigón proyectado con mallazo.
- Cerchas ligeras (TH-21) separadas 1,5 m.
- Solera sistemática de hormigón Hm-25

1.15.1 TRAMIFICACIÓN DEL SOSTENIMIENTO

TRAMOS	LONGITUD (m)	SOSTENIMIENTO
Tramo 1	72	ST-2
Tramo 2	109	ST-1
Tramo 3	61,5	ST-2
Tramo 4	306	ST-1
Tramo 5	19	ST-2
Tramo 6	53.5	ST-1



Tramo 7	19	ST-2
---------	----	------

Tabla 10 - Tramificación del sostenimiento

1.16 RECOMENDACIONES DE EMBOQUILLE

El emboquille de una obra subterránea es la intersección entre el plano del talud y el plano en el que se sitúa el avance de la sección de excavación con la consideración de túnel, y se conoce como “emboquille” o “boquilla”. Las boquillas constituyen unas de las zonas más críticas de los túneles al estar situadas, generalmente, en laderas y tener un pequeño espesor de recubrimientos. La zona de emboquille consta de:

- Los taludes de excavación (frontal y laterales), que pueden ser permanentes o temporales si posteriormente se rellena la excavación, previa a la construcción de un falso túnel.
- El inicio del túnel, formado por la zona de transición del talud frontal y los primeros metros del interior del túnel.

Las boquillas causan situaciones de gran dificultad debido fundamentalmente a la estabilidad de los taludes de emboquille, y a la propia estabilidad de la zona más exterior del túnel.

Los emboquilles se suelen emplear sostenimientos especiales, a continuación se describe el método propuesto para este túnel en concreto:

- Paraguas de micropilotes de tipo medio, con micropilotes de diámetro 90 mm y espesor 7mm con una longitud de 15m. Estos se introducirán en perforaciones de 150mm de diámetro. La distancia entre ejes de micropilotes será de 50cm.
- Bulones de 5m de longitud y diámetro 32 mm. La densidad de bulones será 0,70 bulones/m² y el espaciamiento de 1,2x1,2 m.

1.17 VENTILACIÓN

La necesidad de mantener dentro de los túneles, en su construcción y explotación una atmosfera respirable, no tóxica, y en unas condiciones ambientales óptimas, obliga a renovar el aire de estos mediante sistemas de ventilación o desahumado, para impedir que los gases y humos emitidos por los vehículos de motor, y por las distintas labores de construcción, alcancen unas concentraciones límite predeterminadas.

Durante la fase de ejecución existe una mayor emisión de contaminantes, principalmente en la zona del frente de avance, que es además la zona donde suele concentrarse el personal. Hay que tener en cuenta que los operarios durante esta fase se ven sometidos a la acción de los contaminantes presentes en la atmosfera durante toda la jornada laboral.

Por ello se dimensiona la ventilación necesaria durante la ejecución del túnel. Durante la fase de ejecución del presente túnel se ha optado por un sistema de ventilación soplante. El caudal necesario en el frente de excavación no será nunca inferior a $36,645 \text{ m}^3/\text{s}$. Para suministrar este caudal se instalará un ventilador con una potencia de 71,5Kw.

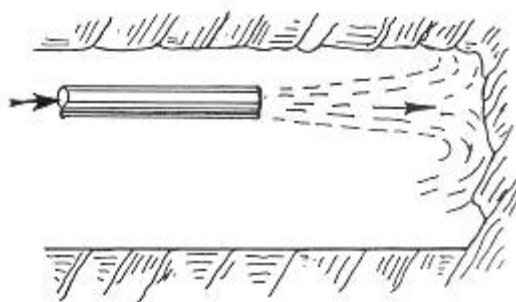


Ilustración 4 - Esquema básico de ventilación soplante

En el AnexoX“Ventilación” se presenta una descripción más detallada de lo expuesto.



1.18 AUSCULTACIÓN

En los túneles, la auscultación adquiere particular importancia ya que su diseño está basado, por lo general, en métodos empíricos o cálculos teóricos, según modelos complejos y algo inciertos. Además, existen también grandes incertidumbres en las propiedades y el comportamiento del terreno a excavar, así como en su homogeneidad a lo largo del trazado, más allá de los puntos en los que se han realizado los reconocimientos.

La auscultación proporciona información de gran valor tanto para el control de la excavación en sí como para el control de las afecciones en el entorno de la misma. Esta información permitirá evaluar el estado de las obras en sus distintas fases, realizando la comparación entre el comportamiento real y el previsto. Se posibilitará de esta forma la toma de decisiones, así como el diseño y aplicación de las medidas correctoras en caso necesario.

La finalidad de la auscultación durante la fase de ejecución del túnel es lograr un conocimiento más amplio del problema de estudio, que permitirá el control de las hipótesis asumidas en los cálculos y el ajuste continuo de las mismas. En esta fase, el sistema de auscultación implantado será el indicativo de la seguridad de la obra, permitiendo detectar los primeros síntomas de inestabilidad o de situaciones anómalas y disparar las alarmas en los casos necesarios.

Se prevé la colocación de dos secciones tipo de mediciones en el túnel:

- Cada 25 m de Túnel se instalará una sección de medición y control de convergencias, con tres puntos de medición en la sección en avance (clave y hombros) más otros dos (hastiales), a colocar tras la ejecución de los bataches. Se medirán también asientos, con un punto de medición en clave de túnel.
- En determinados puntos se colocarán secciones de medición en la que además de las convergencias y los asientos verticales de clave con los dispositivos de una sección normal recién descritos, se controlarán asimismo la evolución de las cargas sobre el sostenimiento mediante la colocación de



dos células de presión a ambos lados de la clave de la sección. Se colocarán también tres extensómetros (uno en clave y uno a cada lado de la bóveda) para la medición de movimientos en tres puntos situados a 3, 6 y 9 m del punto de anclaje.

Distancia desde el frente del túnel (m)	Nivel de control		
	Normal	Medio	Intenso
Entre (-50,-25) y (+25,+50)	1 lectura semanal	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales
Entre (-25,-10) y (+10,+25)	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales	Lecturas diarias
Entre (-10,+10)	3 lecturas semanales	Lecturas diarias	2 Lecturas diarias

Tabla 11 - Nivel de control en el túnel

1.19 SUMINISTRO ELECTRICO

Se ha diseñado y se estudia la instalación eléctrica necesaria para el suministro de energía durante la construcción del túnel teniendo en cuenta la normativa correspondiente.

Durante la excavación existen dos lugares principales a los que es preciso suministrar energía eléctrica: las instalaciones exteriores y los frentes de trabajo. Las instalaciones de exterior se alimentan directamente de los puntos de distribución o generación de energía situados en los portales de acceso, mientras que para la alimentación de los frentes de trabajo se extiende una línea de fuerza a medida que avanzan las excavaciones, instalando al final de la misma un nuevo punto de distribución en el que se pueden conectar las diferentes máquinas y equipos eléctricos.

El esquema de distribución que se empleara es el siguiente:

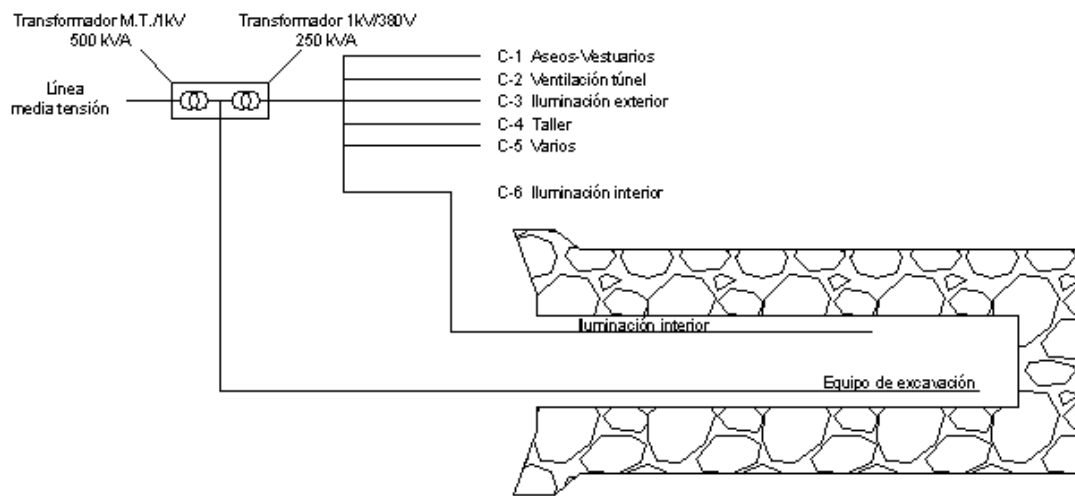


Ilustración 5 – Esquema básico de suministro eléctrico

En el Anexo XII - “Suministro Eléctrico” se detalla toda la información acerca de la instalación eléctrica con la que se contará para la construcción del túnel.

1.20 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los materiales asimilables a “tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas” se reutilizarán parcialmente en la misma obra, cuando cumplan las condiciones necesarias para emplearlos en la realización de los rellenos y actuaciones de restitución en otras zonas del trazado de la variante.

Los materiales sobrantes y de otros tipos está previsto que sean trasladados a el vertedero de El Mazo, situado a unos 30 km de distancia de la zona de actuación, donde se procederá a su valorización o depósito.

1.21 PLAN DE OBRA

Tal y como se puede apreciar en el diagrama incluido en el capítulo 3 de este documento ‘Planificación’, con todas las tareas que el proyecto conlleva, se puede estimar que las obras del túnel durarán aproximadamente 12 meses.



1.22 IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo con las nuevas legislaciones a la hora de elaborar un proyecto de construcción, hay que realizar un profundo estudio sobre la zona antes de elegir la alternativa a desarrollar. A parte de los parámetros que tradicionalmente se valoran en un proyecto (social, técnico y económico) existe uno más, al ambiental. Implicando esto un análisis de todo aquello que se pueda ver afectado o modificado por la nueva construcción (medio físico, biológico y humano), así como un conjunto de medidas correctoras, compensatorias y de control (plan de vigilancia ambiental) etc. Durante y tras la ejecución de la obra para que los efectos de dicha obra sean mínimos en su ubicación

En el Anexo XIII - “Estudio de impacto ambiental” se entra en detalle en tema exponiéndose en detalla cada uno de los aspectos mencionados

1.23 SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo recogido en el artículo 124.1 de la LCAP se incluye el Estudio de Seguridad y salud, que ha sido redactado de acuerdo con lo recogido en el RD 1627/1997, de disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, de 24 de octubre, incluyendo una memoria y pliego de prescripciones de obligado cumplimiento.

El contratista está obligado a confeccionar un Plan de Seguridad y Salud, que se adapte a sus condiciones reales de ejecución de las obras, no pudiendo disminuir los niveles y medidas de seguridad previstos en este proyecto.

Para ampliar conocimientos, Documento V – Estudio de Seguridad y Salud.

1.24 PRESUPUESTO

Aplicando los precios unitarios, que figuran en los Cuadros de Precios del Documento IV, a las mediciones resultantes y teniendo en cuenta las Partidas Alzadas, resulta el siguiente Presupuesto de Ejecución Material:

Presupuesto de Ejecución Material: 4436490,09€.



Incrementando el valor anterior con los porcentajes correspondientes a Gastos Generales (13%), Beneficio Industrial (6%) e Impuesto del Valor Añadido (21%) resulta el siguiente Presupuesto Base de Licitación:

Presupuesto Base de Licitación: 6388102,08€.

Añadiendo al Presupuesto Base de Licitación los valores correspondientes a indemnizaciones por expropiación de terrenos y a la reposición de los Servicios Afectados se obtiene el siguiente Presupuesto para conocimiento de la Administración:

Presupuesto para Conocimiento de la Administración: 6388102,08€.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El promotor y órgano sustantivo del proyecto es la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. Se va a construir una variante de la N-621 de León a Santander por Potes, en las proximidades de dicho núcleo de población.

La razón que justifica la variante es la saturación de tráfico que sufre el centro urbano de Potes, especialmente en épocas vacacionales.



En el punto en el que el corredor se aproxima al núcleo de Potes, el trazado de la variante discurre por una zona de ladera, lo que precisa de la construcción de un túnel. Desde el punto de vista orográfico se considera la solución más adecuada, consiguiendo así menor incidencia visual e impacto ambiental desde el conjunto histórico de Potes.

Se considera que la construcción del túnel por medios mecánicos es la más adecuada dentro de las posibles, ya que es la que menos impactos puede causar sobre el núcleo de población de Potes y sobre el medio-ambiente.



3. PLANIFICACIÓN

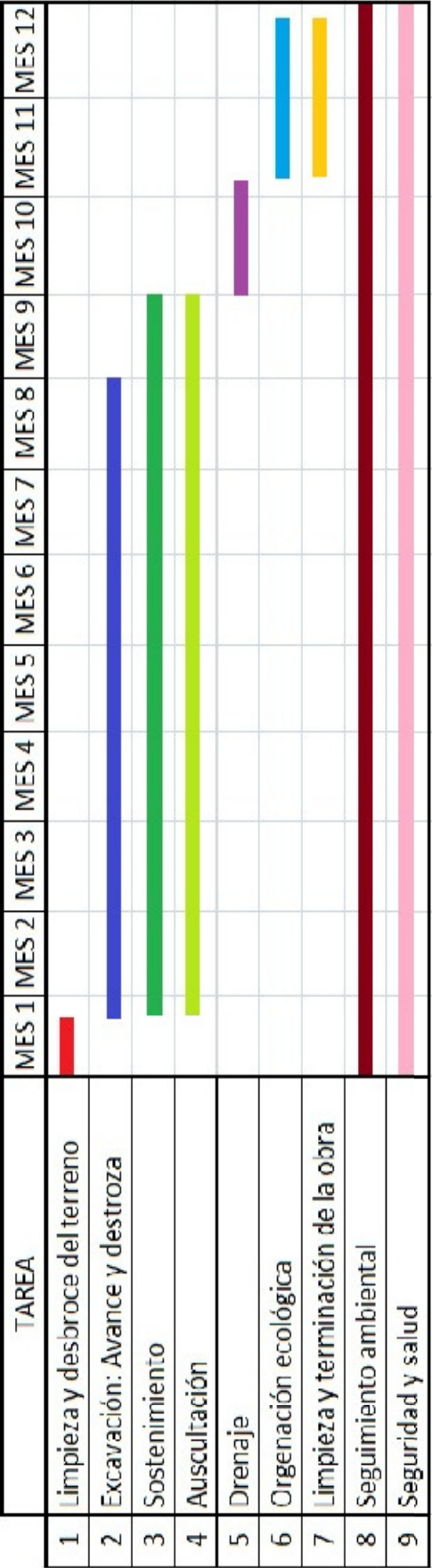
3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se tratará de realizar una planificación general del proyecto con la realización de un 'Diagrama de Gantt'.

En dicho diagrama se expondrán en las ordenadas todas las actividades a realizar y en las abscisas los meses de duración del proyecto.



3.2 DIAGRAMA DE GANTT





4. ANEJOS

ANEJO I – GEOLOGÍA

ANEJO II – GEOTECNIA

ANEJO III – DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

ANEJO IV – EFECTOS SÍSMICOS

ANEJO V – HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO VI – DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

ANEJO VII – MÉTODO DE EXCAVACIÓN

ANEJO VIII – SOSTENIMIENTO

ANEJO IX – EMBOQUILLES

ANEJO X – VENTILACIÓN

ANEJO XI – AUSCULTACIÓN

ANEJO XII – SUMINISTRO ELÉCTRICO

ANEJO XIII – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



ANEJO I

GEOLOGÍA



ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Geología.....	6
2.1 Marco geológico general	6
2.2. Características Geológicas del trazado	7
2.2.1. Características litológicas	7
2.2.2. Tectónica	10
2.2.3. Geomorfología	10
2.2.4. Hidrogeología	11
2.2.6. Descripción geológica del trazado.....	12



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Hoja geológica correspondiente a la zona de estudio	5
Ilustración 2 - Perfil geológico del terreno atravesado por el túnel.....	13



1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado queda reflejado el Estudio Geológico del Proyecto de Construcción del Túnel de la variante de Potes.

Partiendo de la información recopilada y de los trabajos realizados, se describe la geología de la zona, analizando con detalle los aspectos litológicos, tectónicos, geomorfológicos e hidrogeológicos.

El área de estudio se sitúa en el ámbito geográfico comprendido en la localidad de Potes, en la provincia de Cantabria, dentro de las Hojas del Mapa Geológico de España (MAGNA), a escala 1:50.000, número 81 (Potes).

Como punto de partida para la redacción de este informe, se ha considerado la siguiente información:

- Mapa Geológico de España (1976). Escala 1:50.000. Hoja Nº 81, Potes. IGME.
- “*Estudio informativo de la variante de Potes*” en Julio de 2002 (REF OS/2002 - 32-00252/02) cuyo peticionario fue la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Cantabria.
- Fotografías aéreas de la zona, a escala 1/5000.

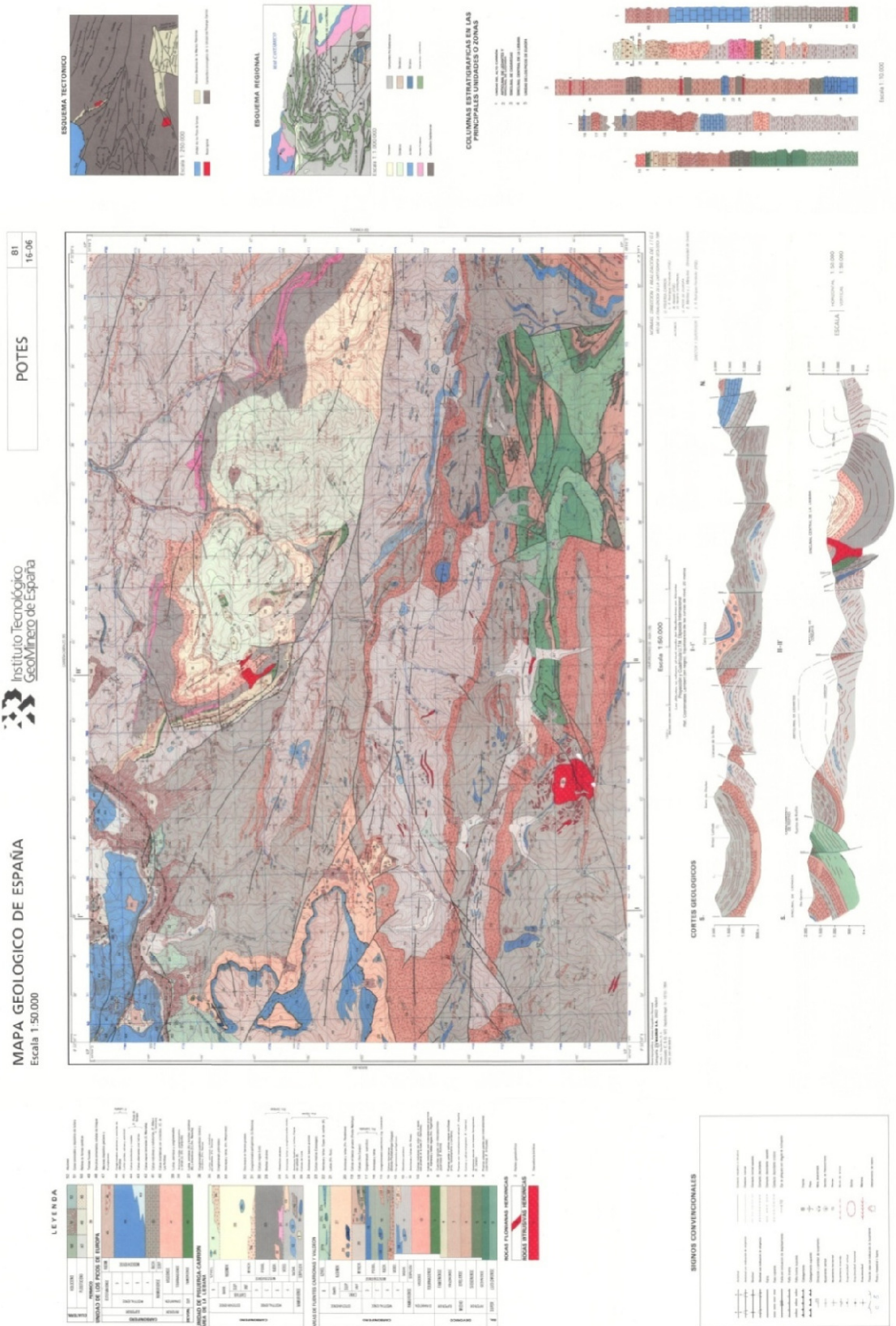


Ilustración 1 - Hoja geológica correspondiente a la zona de estudio



2. GEOLOGÍA

2.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL

Desde el punto de vista de la geología regional el área de estudio se enmarca dentro de la Zona Cantábrica y representa el área más externa de la rama N del segmento Ibérico de la Cordillera Hercínica y, más concretamente, se sitúa dentro de la denominada como Unidad de Pisuerga-Carrión.

Esta región se encuentra delimitada al Norte por la Unidad de Picos de Europa, al Oeste por la Unidad de Ponga, al Sur por la Unidad del Esla – Valsurvio y al Oeste por Rocas Meso–Terciarias.

La unidad de Pisuerga – Carrión está caracterizada por una sucesión Devónica bastante compleja, que aparece con facies diferentes a las del resto de la Zona Cantábrica, y por una secuencia de materiales del Carbonífero inferior que sí presentan cierta similitud con los de la Zona Cantábrica. Estos materiales se encuentran rodeados por facies pertenecientes al Carbonífero medio y superior, de naturaleza fundamentalmente siliciclástica, que, por lo general, se apoyan de forma discordante sobre el Devónico o el Carbonífero inferior.

Esta unidad, al igual que la de Picos de Europa, próxima al área de estudio, presenta una serie de peculiaridades en su estructura, pues aunque se encuentran actualmente superpuestas por el acortamiento ligado a la Orogenia Hercínica, en origen se trataba de áreas paleogeográficas alejadas.

Las estructuras más importantes durante la Orogenia Hercínica están caracterizadas por la presencia de importantes cabalgamientos, los cuales dan lugar a numerosas repeticiones de la serie estratigráfica, así como a un importante apilamiento de láminas cabalgantes. La Orogenia Alpina apenas modifica la estructura Hercínica aunque se produce un reajuste de las principales estructuras, dando lugar al rejuvenecimiento de la cordillera. Como consecuencia, estas estructuras más tardías forman pliegues abiertos que se pueden relacionar con los pliegues del resto de la Zona Cantábrica.



La historia geológica existente condiciona la orientación de las principales estructuras, predominando las direcciones estructurales E-W y NW-SE, características de la zona Cantábrica.

Desde el punto de vista litológico, en el ámbito de los corredores estudiados predomina una serie denominada Formación o Grupo Potes, caracterizada por una alternancia centimétrica a decimétrica de areniscas y lutitas, con intercalaciones métricas a decamétricas de conglomerados polimícticos y calizas.

Por último, recubriendo el substrato rocoso existen importantes depósitos aluviales y de terrazas, así como depósitos de origen coluvial o conos de deyección.

2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL TRAZADO

2.2.1. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

En este apartado se describen las características litológicas básicas de las diferentes unidades reconocidas en el ámbito donde se sitúa el túnel del presente proyecto.

El substrato rocoso aflorante está constituido, en su totalidad, por rocas pertenecientes al Carbonífero Superior (Namuriense – Westfaliense), incluida en el denominado Grupo Potes. Carbonífero Superior (Namuriense – Westfaliense), incluida en el denominado Grupo Potes.

En algunas zonas existen afloramientos rocosos, mientras que en otras, la roca se encuentra por debajo de un suelo eluvial, o de alteración, de espesor variable. Dada la topografía abrupta, probablemente el suelo eluvial no será superior a 1-2 m.

El sustrato Carbonífero descrito no será aflorante y se encuentra tapado por depósitos cuaternarios de morfología fluvial y de vertientes.



A continuación se describe la columna litológica existente en la zona:

SUBSTRATO ROCOSO: CARBONÍFERO:

El substrato rocoso está representado por materiales del Grupo Potes o Formación Potes, constituida, fundamentalmente, por una alternancia centimétrica a decimétrica de areniscas y lutitas, con ocasionales intercalaciones métricas a decamétricas de conglomerados polimícticos, así como niveles de calizas y brechas calcáreas, aunque dichas intercalaciones no parecen afectar a las alternativas estudiadas, localizándose a cotas topográficas y estratigráficas más elevadas.

Las areniscas son de color gris claro, silíceo, de grano fino, y con frecuentes vetas milimétricas a centimétricas de cuarzo; las lutitas son de color gris oscuro.

Por lo general, presentan unas características turbidíticas típicas, asociadas a lóbulos de abanicos submarinos, donde predominan secuencias de Bouma Tb-e y Tb-c, con algunas secuencias de corriente en los muros, de tipo “groove”, que suelen tener una orientación principal SW-NE a SSW-NNE.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Dentro de este grupo se engloban todos los depósitos cuaternarios recientes, que se encuentran irregularmente distribuidos a lo largo del tramo de estudio, recubriendo el substrato rocoso.

Suelos de origen aluvial

Los depósitos aluviales engloban los suelos formados en medios sedimentarios fluviales, tanto en las actuales llanuras de inundación como en las zonas elevadas abandonadas por los cursos de agua al encajarse en los valles, fundamentalmente el formado por el curso del río Deva, y de manera más ocasional por los ríos Quiviesa y Bullón.

Los primeros están representados por los aluviales actuales y los segundos por las terrazas aluviales. Además aparecen depósitos aluviales de menor importancia asociados a arroyos, en muchos casos de carácter no permanente, afluentes de estos ríos.



Los aluviales actuales, en el cauce activo, están compuestos, fundamentalmente, por gravas y bolos heterométricos y poligénicos, aunque los más numerosos son los de naturaleza calcárea y cuarcítica. Por lo general, presentan un espesor muy reducido, ya que la dinámica de los ríos continúan con los procesos de encajamiento.

En la llanura de inundación puede observarse un primer nivel, más superficial, en el que predominan las fracciones finas, suelos cohesivos, cuyo origen está asociado a los desbordamientos estacionales de los principales ríos. Por debajo de este primer nivel hay gravas heterométricas, subredondeadas a redondeadas, de naturaleza calcárea y cuarcítica, englobadas en una matriz arenosa con porcentajes variables de finos.

Por lo que respecta a las terrazas, al igual que el nivel base de la llanura de inundación, están constituida por gravas subredondeadas a redondeadas, de naturaleza calcárea y cuarcítica, con porcentajes variables de arena y finos de color ocre con tonos rojizos y grisáceos, y compacidad medianamente densa a densa. Ocasionalmente, intercalados entre las gravas, existen canales de arenas limosas o arenas con algo de arcilla, de compacidad medianamente densa. Estos depósitos de terraza tienen entre 2,4 y 4 m de espesor, y aparecen recubiertos por un depósito de origen coluvial.

Suelos de origen coluvial

Los depósitos coluviales están formados por la erosión de relieves próximos, con un transporte rápido por gravedad o por corrientes de agua, que se acumulan sobre las laderas o al pie de las mismas.

Se distinguen en esta zona distintos tipos de depósitos coluviales, condicionados principalmente por las características litológicas del área fuente de la cual proceden.

Por lo general, están constituidos fundamentalmente por materiales de naturaleza granular, con intercalaciones decimétricas a métricas de niveles cohesivos. Los niveles granulares están formados por gravas con contenidos variables de arena y arcilla, de color marrón ocre con tonos verdosos y rojizos, e intercalaciones



decimétricas a métricas de arena marrón – ocre, con contenidos variables de arcilla y grava, ambas de compacidad medianamente densa a densa.

Las gravas presentan tamaño centimétrico a decimétrico, son angulosas, y proceden en su mayor parte de areniscas y en menor proporción de lutitas.

Los niveles cohesivos están formados por arcillas marrones y ocres, con porcentajes variables de arenas y gravas, de consistencia moderadamente firme.

2.2.2. TECTÓNICA

La zona estudiada se sitúa en la parte más externa de la Cordillera Varisca de la Península Ibérica, en la denominada como Zona Cantábrica. Se caracteriza por la presencia de una tectónica de cobertera, donde las principales estructuras son los mantos y pliegues relacionados con éstos.

A nivel local, los corredores estudiados presentan una estructura general muy variable debido a la existencia de un intenso plegamiento en toda la serie. No obstante, desde el punto de vista general, se puede deducir una orientación principal de la estratificación de dirección NW-SE, en general transversales a la dirección del trazado de las alternativas, y con buzamientos muy variables (entre 14 y 88°) tanto hacia el NE como al SW.

También cabe destacar que en algunas zonas puntuales aparece, de forma menos frecuente pero significativa, la estratificación con orientación NE-SW, oblicua a subparalela a la dirección del trazado con buzamientos variables tanto hacia el SE como al NW.

Las principales estructuras tectónicas observadas en los corredores, están caracterizadas por el cabalgamiento de Salceda, el anticlinal de Polaciones y la falla de San Carlos, todas ellas situadas en el Flanco Norte del Sinclinal Central de la Liebana, presentando, al igual que la estratificación, una dirección predominante NW-SE, dirección general del plegamiento a nivel regional.

2.2.3. GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista geomorfológico, esta zona está directamente relacionada con la estructura y litología de las formaciones atravesadas.



El área de Liebana está caracterizada por una topografía deprimida que aparece rodeada de importantes macizos montañosos, llegando a superar, en ocasiones, los 2.000 metros de altura.

Por el Norte aparece separada del resto de la Cornisa Cantábrica por los macizos de Picos de Europa y Peña Sagra, mientras que al Este queda limitada por la Peña Labra; hacia el Sur limita con el macizo de Fuentes Carrionas.

En el ámbito de las alternativas estudiadas, la morfología se podría definir de relieve medio, suave y de formas redondeadas, aunque con grandes desniveles, tal y como corresponde a la acción erosiva de un substrato fundamentalmente siliciclástico, donde predominan tipos litológicos menos competentes, todos ellos pertenecientes al Grupo Potes.

Por otra parte, la morfología del área estudiada está ampliamente relacionada con la dinámica fluvial en su sentido más amplio, presentando una acción casi exclusivamente erosiva sin originar grandes depósitos, exceptuando los tramos de los ríos Deva, Quiviesa y Bullón en el entorno a la localidad de Potes, donde se presentan una pequeña apertura de los fondos de valle con depósitos fluviales. La mayor parte de estos fondos de valle están ocupados por depósitos de terrazas, donde los cauces de los ríos discurren muy encajados, dando testimonio de una fase reciente de erosión del nivel de base de la red fluvial, y generando gradientes muy altos.

2.2.4. HIDROGEOLOGÍA

A escala regional, desde el punto de vista Hidrogeológico, esta zona pertenece a la Cuenca Norte, siendo los principales ríos el Deva y sus afluentes Quiviesa y Bullón, por cuyos valles discurren el túnel proyectado.

La hidrogeología de esta zona no presenta un interés especial, en cuanto a la presencia de importantes acuíferos subterráneos, exceptuando el dominio calcáreo de los Picos de Europa.

El dominio de los Picos de Europa constituye una unidad conocida como Subsistema 3-B, dentro del Acuífero nº 3, correspondiente a la caliza de montaña Cantabro – Astur. Esta Unidad presenta materiales altamente porosos y de elevada



permeabilidad debidos a los intensos procesos de fracturación y karstificación, determinando una escasez de cursos de agua superficiales.

Debido al ligero buzamiento al Norte que presenta el cabalgamiento basal de esta unidad, así como a que éste se sitúa sobre un substrato prácticamente impermeable, como es la Unidad de Pisuerga – Carrión, la descarga de agua del acuífero se realiza hacia el mar Cantábrico.

Por lo que respecta a la Unidad de Pisuerga – Carrión, la cual afectara a la zona del proyecto, la presencia de sedimentos siliciclásticos finos favorecerá la escorrentía superficial y limitará la circulación de agua subterránea a pequeños acuíferos locales favorecidos por las zonas de fractura, así como a acuíferos confinados a los niveles areniscosos o calcáreos.

Por otra parte, existen formaciones superficiales cuaternarias susceptibles de comportarse como acuíferos libres. Tal es el caso de las llanuras aluviales y terrazas de los principales ríos (Deva, Quiviesa y Bullón).

En la zona donde afloran los materiales del Grupo Potes, predominantemente de naturaleza lutítica y areniscosa, fuertemente fracturada, hacen de estas áreas zonas impermeables o de permeabilidad media.

2.2.6. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL TRAZADO.

El substrato rocoso aflorante a lo largo de las dos alternativas analizadas está constituido, en su totalidad, por rocas pertenecientes al Carbonífero Superior, concretamente por la Formación Potes, formada por una alternancia centimétrica a decimétrica de areniscas grises, claras, de grano fino, y lutitas grises oscuras.

Por lo general, la meteorización del substrato rocoso en superficie es más reducida en los niveles areniscosos, no superando normalmente el grado G.M. III. Por el contrario, en los niveles lutíticos el grado de meteorización es del orden o superior a G.M. IV en los 1 a 3 metros más superficiales; no obstante, en ocasiones, se han observado en afloramiento monteras de alteración importantes (G.M. IV-III) superiores a unos 10 metros.

En concreto, a lo largo del trazado del túnel existe una orientación principal de la estratificación de dirección NW-SE, con buzamientos muy variables (entre 14 y 88°)



tanto hacia el NE como al SW. Esta disposición estructural principal, es favorable al trazado seleccionado.

En numerosas ocasiones la formación Potes está recubierta por suelos de mayor o menor espesor y diferentes características, según el proceso de formación y el área fuente de los materiales que los forman.

La cobertura máxima del túnel es de unos 55 metros.

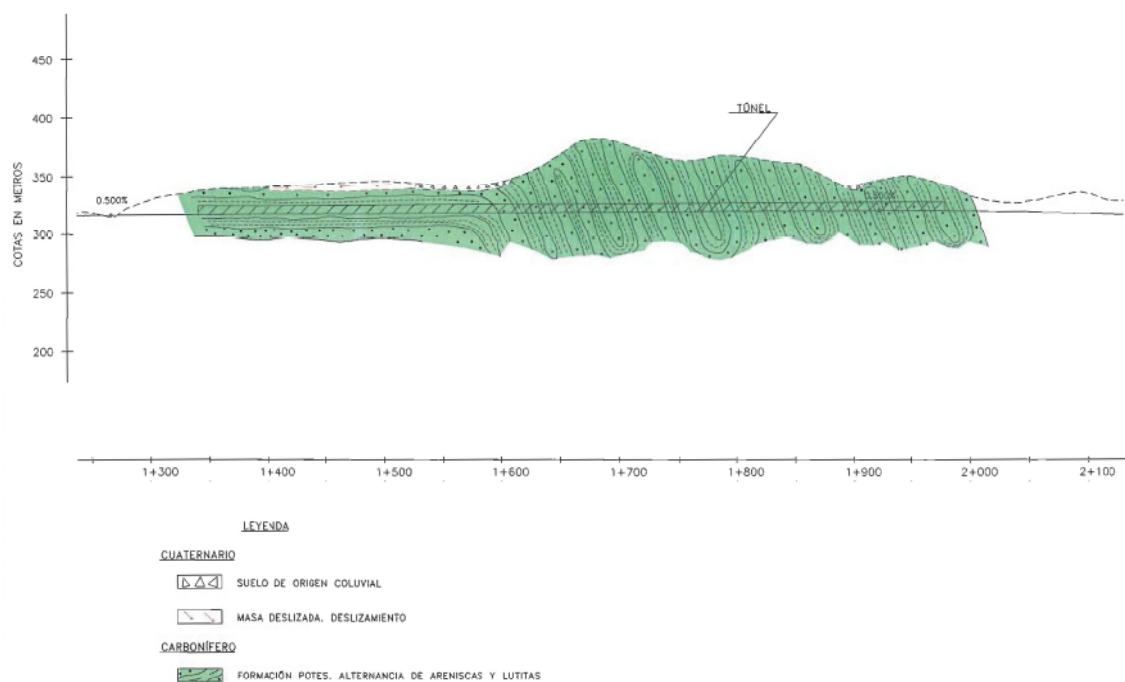


Ilustración 2 - Perfil geológico del terreno atravesado por el túnel



ANEJO II

GEOTECNIA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	5
3. PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES	6
4. CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	7
4.1 Clasificación de Bieniawski	7
4.2 Obtención del valor RMR	14
5. CLASIFICACIÓN Q DE BURTON	20



Tabla 1 – Análisis de discontinuidades	7
Tabla 2 - Valoración en función de la R.C.S	8
Tabla 3 - Valoración en función del RQD.....	9
Tabla 4 - Valoración en función de la separación entre diaclasas	10
Tabla 5 - Valoración en función de la apertura de las juntas	10
Tabla 6 - Valoración en función de la continuidad de las juntas.....	11
Tabla 7- Valoración en función del relleno en las discontinuidades.....	11
Tabla 8 - Valoración en función de la rugosidad en las juntas	11
Tabla 9 - Valoración en función del grado de meteorización de la roca.....	12
Tabla 10 - Valoración en función de la presencia de agua	12
Tabla 11- Valoración en función de la orientación de las discontinuidades	13
Tabla 12 - Clasificación RMR.....	13
Tabla 13 - Estaciones geomecánicas	14
Tabla 14 - Valores estación geomecánica 1	15
Tabla 15 - Valores estación geomecánica 2	16
Tabla 16 - Valores estación geomecánica 3	17
Tabla 17 - Valores estación geomecánica 4	18
Tabla 18 - Valores estación geomecánica 5	19
Tabla 19 - Sostenimiento en función del índice Q.....	22
Tabla 20 - Clasificación de los macizos rocosos.....	22
Tabla 21 - Longitud de pase en función de la clase de macizo rocoso	23
Tabla 22 - Valor ESR para cada tipo de obra	24



Ilustración 1 - Clasificación según el índice Q.....	21
--	----



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se realiza un estudio geotécnico del macizo rocoso atravesado por el túnel de este proyecto.

Las clasificaciones geomecánicas tienen por objeto caracterizar un determinado macizo rocoso en función de una serie de parámetros a los que se les asigna un cierto valor. Por medio de la clasificación se llega a calcular un índice característico de la roca, que permite describir numéricamente la calidad de la misma.

Para la descripción del macizo rocoso se parte de la información geotécnica existente en el IGME y posteriormente se realiza una clasificación geomecánica del macizo utilizando las clasificaciones RMR de Bieniawski y Q de Barton.

Información utilizada:

- Mapa Geotécnico General escala 1:200.000. Hoja nº 10 Mieres.
- Datos de 5 estaciones geomecánicas situadas a lo largo del tramo del túnel.

2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

La zona de estudio en la que se encuentra la obra está situada en la zona Noroeste de la hoja nº 10 del Mapa Geotécnico, dentro de una subdivisión por áreas denominada Área I₅ cuyas características geotécnicas son las siguientes.

El trazado del túnel, desde el punto de vista geológico, discurren sobre materiales pertenecientes al Grupo Potes (Namuriense-Westfaliense A), uno de los cinco grupos en los que se subdivide la sedimentación sinorogénica del Carbonífero Superior.

Durante este período, se desarrollaron potentes series de sedimentos predominantemente siliciclásticos, lutitas, areniscas y conglomerados, en donde existen rápidos cambios laterales y verticales de facies y potencias.

El Grupo Potes, está constituido, casi exclusivamente, por sedimentos terrígenos de origen turbidítico (lutitas y areniscas), aunque excepcionalmente aparecen intercalaciones lenticulares de calizas bioclásticas y brechoides y conglomerados.



Los taludes y afloramientos observados en el campo, desde el punto de vista litológico, están constituidos, todos ellos, por una alternancia de areniscas y limolitas, dispuestas en bancos tabulares centimétricos-decimétricos, que le dan un aspecto hojoso, de color gris negruzco en fractura fresca y marrón amarillento en superficie. Grado de meteorización II.

En general, presenta una capacidad de carga media a alta. Reducidas zonas con asientos diferenciales. Topografía muy desarrollada. Muy frecuentes deslizamientos; cobertura meteórica y vegetal muy uniformemente desarrollada.

Las condiciones constructivas son favorables, fundamentalmente condicionadas por topografía y estado de la evolución morfológica de las laderas.

3. PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES

Para la caracterización geomecánica del macizo rocoso en el que se ubica este túnel han realizado un total de cinco estaciones geomecánicas denominadas EG - 1. EG - 2 EG - 3 EG - 4 y EG-5.

En estas cinco estaciones se han tomado datos estructurales, que corresponden a planos de estratificación y juntas o diaclasas. El macizo rocoso está afectado además de la estratificación, por 3 familias de juntas principales denominadas J1 J2 y J3. Existen numerosas juntas ocasionales. En la tablasiguientese recogen las discontinuidades principales con la orientación según la dirección de buzamiento y buzamiento. En la tabla se registran los valores medios, así como el número de medidas parciales para cada una de las familias de discontinuidades principales.



ANÁLISIS DE DISCONTINUIDADES				
TIPO DE DISCONTINUIDAD	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	Nº PARCIAL DE MEDIDAS	Nº TOTAL DE MEDIDAS
FAMILIA J1	138	83	45	128
FAMILIA J2	330	55	13	
FAMILIA J3	146	50	13	

Tabla 1 – Análisis de discontinuidades

4. CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

A efectos de establecer una medición lo más aproximada posible y tomando como base la información incluida en la cartografía geológica del *Anejo nº6.- Geología*, a continuación, se presenta una clasificación geotécnica del macizo atravesado por el túnel del proyecto.

4.1 CLASIFICACIÓN DE BIENIAWSKI

En 1976, Bieniawski publicó una clasificación de macizos rocosos que denominó Clasificación Geomecánica o Sistema RMR (“Rock Mass Rating”) que se desarrolló a partir de la experiencia obtenida en obras realizadas en África del Sur. Esta clasificación inicial ha sido continuamente refinada según se disponía de mayor número de datos de túneles, siendo la más extendida en la actualidad la del año 1989. Su aplicación no tiene limitaciones, excepto en rocas expansivas y fluyentes, en las que no se obtienen buenos resultados.

Para determinar la calidad del macizo rocoso se divide al mismo en dominios estructurales, es decir, en zonas delimitadas por discontinuidades geológicas, dentro de las cuales la estructura es prácticamente homogénea.

A grandes rasgos, la clasificación tiene en cuenta seis parámetros para clasificar el macizo rocoso: Resistencia a Compresión Simple de la roca, Índice RQD,



Espaciamiento entre discontinuidades, Características de las discontinuidades, Presencia de agua y Orientación de las discontinuidades.

Cada parámetro es valorado de forma distinta siguiendo criterios geotécnicos, sumándose para obtener el RMR del macizo rocoso, excepto el último parámetro que se resta ya que es restrictivo.

- a) **Resistencia a Compresión Simple de la roca sana:** Es decir, de la parte de la roca que no presenta discontinuidades estructurales. Se puede determinar mediante la realización de ensayos de Resistencia a Compresión Simple uniaxiales y triaxiales. Pero si se quiere economizar se debe recurrir a procedimientos indirectos, siendo el más conocido el método del martillo Smith donde se relaciona el índice de rebote con la Resistencia.

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)	ÍNDICE DE RESISTENCIA DE CARGA PUNTUAL (MPa)	VALOR PARA RMR
MUY ALTA	> 200	> 8	15
ALTA	100 – 200	4 – 8	12
MEDIA	50 – 100	2 – 4	7
BAJA	25 – 50	1 – 2	4
MUY BAJA	1 – 25	< 1	1

Tabla 2 - Valoración en función de la R.C.S

- b) **Índice RQD:** Este parámetro puede determinarse a partir de los testigos recuperados en los sondeos realizados en el macizo rocoso, definiéndose, en este caso, como el porcentaje de trozos de roca mayores de 10 cm recuperados en un sondeo de un metro. Cuanto mayor sea el RQD menos fracturado estará el macizo y por tanto tendrá un comportamiento más resistente.

Cuando no se realicen sondeos, debido a su alto valor económico, el RQD puede estimarse a partir del denominado Índice Volumétrico de Juntas (JV).



$$JV = I_x + I_y + I_z$$

I_x = número de fracturas en la dirección del eje x

I_y = número de fracturas en la dirección del eje y

I_z = número de fracturas en la dirección del eje z

Con la particularidad de que I_x , I_y , I_z son fracturas por metro

El RQD se determinará mediante la expresión: **$RQD = 115 - 3,3 JV$** .

El RQD constituye por sí mismo una clasificación de macizos rocosos, tal y como muestra la siguiente tabla:

CALIDAD DEL MACIZO	RQD (%)	VALOR PARA RMR
Muy Mala	0 – 25	3
Mala	25 – 50	8
Mediana	50 – 75	13
Buena	75 – 90	17
Excelente	90 – 100	20

Tabla 3 - Valoración en función del RQD

- c) **Separación entre diaclasas:** Es la distancia media entre los planos de discontinuidad de cada familia. La resistencia del macizo rocoso es inversamente proporcional al número de juntas existentes en el mismo

Generalmente las discontinuidades que se deben considerar son aquellas que supongan un riesgo potencial de provocar inestabilidad y, habitualmente, suelen coincidir con la propia estratificación, salvo en el caso de que existan grandes fallas o grandes plegamientos ya que las diaclasas no suelen ser las discontinuidades que generen grandes hundimientos. Por lo tanto, es probable que el valor del espaciamiento entre discontinuidades corresponda al valor del espesor medio de los estratos.



Existen muchas clasificaciones para determinar el espaciado de las juntas de un macizo rocoso. Bieniawski utilizó la que se refleja en la tabla siguiente:

DESCRIPCIÓN	ESPACIAMIENTO	TIPO DE MACIZO	VALOR PARA RMR
Muy Ancho	> 3 m	Sólido	30
Ancho	1 – 3m	Masivo	25
Moderadamente cerrado	0,3 – 1m	En bloques	20
Cerrado	0,05 – 0,3 m	Fracturado	10
Muy cerrado	< 0,05 m	Machacado	5

Tabla 4 - Valoración en función de la separación entre diaclasas

- d) **Estado de las diaclasas:** Para describir el estado de las juntas se utilizan los siguientes parámetros: *Apertura de las juntas*, *Continuidad de las juntas según rumbo y buzamiento*, *Rugosidad de las junta*, *Relleno de las discontinuidades* y *Grado de meteorización de la roca*. Estos parámetros condicionarán la estabilidad de la estratificación.

Apertura de las juntas:

GRADO	DESCRIPCIÓN	SEPARACIÓN DE LABIOS	VALOR PARA RMR
1	Abierta	> 5 mm	0
2	Moderadamente Abierta	1 – 5 mm	1
3	Cerrada	0,1 – 1 mm	4
4	Muy Cerrada	< 0,1 mm	5

Tabla 5 - Valoración en función de la apertura de las juntas



Continuidad de las juntas según rumbo y buzamiento:

GRADO	DESCRIPCIÓN	CONTINUIDAD	VALOR PARA RMR
1	Muy Pequeña	< 1 m	6
2	Pequeña	1 – 3 m	4
3	Media	3 – 10 m	2
4	Alta	10 – 20 m	1
5	Muy Alta	> 20 m	0

Tabla 6 - Valoración en función de la continuidad de las juntas

Relleno en las discontinuidades:

TIPO DE RELLENO	VALOR PARA RMR
No hay	6
Duro con espesor < 5 mm	5
Duro con espesor > 5 mm	3
Blando con espesor < 5 mm	2
Blando con espesor > 5 mm	0

Tabla 7- Valoración en función del relleno en las discontinuidades

Rugosidad en las juntas:

TIPO DE RUGOSIDAD	VALOR PARA RMR
Muy rugosa	6
Rugosa	5
Algo rugosa	3
Lisa	1
Con estrías	0

Tabla 8 - Valoración en función de la rugosidad en las juntas



Grado de meteorización de la roca:

GRADO DE METEORIZACIÓN	VALOR PARA RMR
No Afectado	6
Ligero	5
Moderado	3
Alto	1
Descompuesto	0

Tabla 9 - Valoración en función del grado de meteorización de la roca

- e) **Presencia de agua:** En un macizo rocoso diaclasado, el agua tiene una gran influencia sobre su comportamiento. En túneles hay que estimar el flujo de agua en litros/minuto cada 10 metros de túnel, si el caudal es importante. La clasificación de los macizos en función de la presencia de agua se indica en la siguiente tabla y se determinará mediante ensayos y sondeos de floreo.

ESTADO	VALOR PARA RMR
Seco	15
Ligeramente Húmedo	10
Húmedo	7
Goteando	4
Chorreando	0

Tabla 10 - Valoración en función de la presencia de agua



- f) **Orientación de las discontinuidades:** La orientación de las discontinuidades respecto al eje de la excavación subterránea, es un factor de suma importancia para determinar los revestimientos necesarios. La correcta orientación de la cavidad, hará descender claramente la necesidad de elementos de sostenimiento. Este parámetro es restrictivo, es decir, tendrá un valor numérico negativo para el RMR, como se indica en la siguiente tabla:

DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				DIRECCIÓN PARALELA AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0º - 20º cualquier dirección
Excavación hacia buzamiento		Excavación contra buzamiento				
Buzamiento 45º - 90º	Buzamien to 20º - 45º	Buzamien to 45º - 90º	Buzamien to 20º - 45º	Buzamiento 45º - 90º	Buzamien to 20º - 45º	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavora ble	Muy Desfavorabl e	Media	Media
0	-2	-5	-10	-12	-5	-5

Tabla 11- Valoración en función de la orientación de las discontinuidades

El RMR primario de Bieniawski se obtiene sumando los valores de los cinco primeros parámetros, y el RMR definitivo añadiendo la corrección que proporciona el sexto parámetro.

En función del valor del índice RMR los macizos rocosos se clasifican en cinco clases:

RMR	81 – 100	61 – 80	41 – 60	21 – 40	< 20
CLASE	I	II	III	IV	V
DESCRIPCIÓN	Muy Bueno	Bueno	Medio	Malo	Muy Malo

Tabla 12 - Clasificación RMR



4.2 OBTENCIÓN DEL VALOR RMR

Los datos necesarios para la obtención del RMR en cada sector fueron conseguidos mediante la realización de 5 estaciones geomecánicas localizadas de la siguiente forma:

ESTACIÓN GEOMECÁNICA	UBICACIÓN (PK.)	LITOTIPO
EG-1	1+320	Alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas.
EG-2	1+460	Alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas.
EG-3	1+630	Alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas.
EG-4	1+750	Alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas.
EG-5	1+900	Alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas.

Tabla 13 - Estaciones geomecánicas

Las estaciones geomecánicas han debido realizarse paralelas al trazado en taludes de la zona en la que se encuentra el macizo rocoso a atravesar por el túnel del presente proyecto, con una separación máxima de 80 m con respecto a éste.

A continuación se presentan los datos obtenidos en cada una de las estaciones geomecánicas, a partir de los cuales se calcula el RMR.



Estación Geomecánica 1:

EG -1		
PROPIEDADES	INTERVALOS	VALORACIÓN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	25 - 50	4
RQD	< 25 %	3
SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS	0,05 - 0,2 m	8
ESTADO DE LAS JUNTAS:		
CONTINUIDAD	<1 m	6
APERTURA	<0,1 mm	5
RUGOSIDAD	Lisa	1
RELLENO	Duro con espesor < 5 mm	5
METEORIZACIÓN	Moderado	3
FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS	Secas	15
RMR		50
RMR Corregido		45
CLASE		III Media

Tabla 14 - Valores estación geomecánica 1



Estación Geomecánica 2:

EG -2		
PROPIEDADES	INTERVALOS	VALORACIÓN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	25 - 50	4
RQD	25 – 50 %	8
SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS	0,06 - 0,2 m	8
ESTADO DE LAS JUNTAS:		
CONTINUIDAD	<1 m	6
APERTURA	<0,1 mm	5
RUGOSIDAD	Lisa	1
RELLENO	Duro con espesor < 5 mm	5
METEORIZACIÓN	Ligera	5
FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS	Secas	15
RMR		57
RMR Corregido		52
CLASE		III Buena

Tabla 15 - Valores estación geomecánica 2



Estación Geomecánica 3:

EG -3		
PROPIEDADES	INTERVALOS	VALORACIÓN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	25 -50	4
RQD	25 -50 %	8
SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS	<0,6m	5
ESTADO DE LAS JUNTAS:		
CONTINUIDAD	<1 m	6
APERTURA	<0,1 mm	5
RUGOSIDAD	Lisa	1
RELLENO	Duro, Espesor < 5 mm	5
METEORIZACIÓN	Ligera	5
FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS	Secas	15
RMR		54
RMR Corregido		49
CLASE		III Media

Tabla 16 - Valores estación geomecánica 3



Estación Geomecánica 4:

EG -4		
PROPIEDADES	INTERVALOS	VALORACIÓN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	25 - 50	4
RQD	25 - 50 %	8
SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS	<0,6 m	5
ESTADO DE LAS JUNTAS:		
CONTINUIDAD	<1 m	6
APERTURA	< 0,1 mm	5
RUGOSIDAD	Lisa	1
RELLENO	Duro, Espesor < 5 mm	5
METEORIZACIÓN	Moderado	3
FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS	Humedad Puntual	15
RMR		52
RMR Corregido		47
CLASE		III Media

Tabla 17 - Valores estación geomecánica 4



Estación Geomecánica 5:

EG -5		
PROPIEDADES	INTERVALOS	VALORACIÓN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	25 -50	4
RQD	25– 50 %	8
SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS	<0,6 m	5
ESTADO DE LAS JUNTAS:		
CONTINUIDAD	<1 m	6
APERTURA	<0,1 mm	5
RUGOSIDAD	Lisa	1
RELLENO	Duro, Espesor < 5 mm	5
METEORIZACIÓN	Ligera	5
FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS	Seca	15
RMR		55
RMR Corregido		50
CLASE		III Media

Tabla 18 - Valores estación geomecánica 5

Los datos medidos en cada estación geomecánica permiten obtener un RMR promedio para clasificar el macizo rocoso atravesado, con valores que se encuentran en torno a 48 lo que lo clasifica como tipo medio.



5. CLASIFICACIÓN Q DE BURTON

Desarrollada por Burton, Lien y Lunde en 1974, a partir del estudio de un gran número de túneles, constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite estimar parámetros geotécnicos del macizo rocoso y diseñar sostenimiento para túneles y cavernas subterráneas. El índice Q está basado en la evaluación numérica de seis parámetros dados por la expresión:

$$Q = \frac{RQD \cdot J_r \cdot J_w}{J_n \cdot J_a \cdot SRF}$$

Siendo:

- RQD: Índice RQD
- J_n : Parámetro en función del número de juntas
- J_r : Parámetro en función de la rugosidad de las juntas
- J_a : Parámetro en función del grado de alteración de las juntas
- J_w : Parámetro en función de la presencia de agua en las juntas
- SFR: Parámetro en función del nivel tensional que sufre la roca

El índice Q obtenido a partir de ellos varía entre 0,001 y 1.000, con la siguiente clasificación del macizo rocoso:

- 0,001 a 0,01: roca excepcionalmente mala.
- 0,01 a 0,1: roca extremadamente mala.
- 0,1 a 1: roca muy mala.
- 1 a 4: roca mala.
- 4 a 10: roca media.
- 10 a 40: roca buena.
- 40 a 100: roca muy buena.
- 100 a 400: roca extremadamente buena.
- 400 a 10000:

- roca excepcionalmente buena.

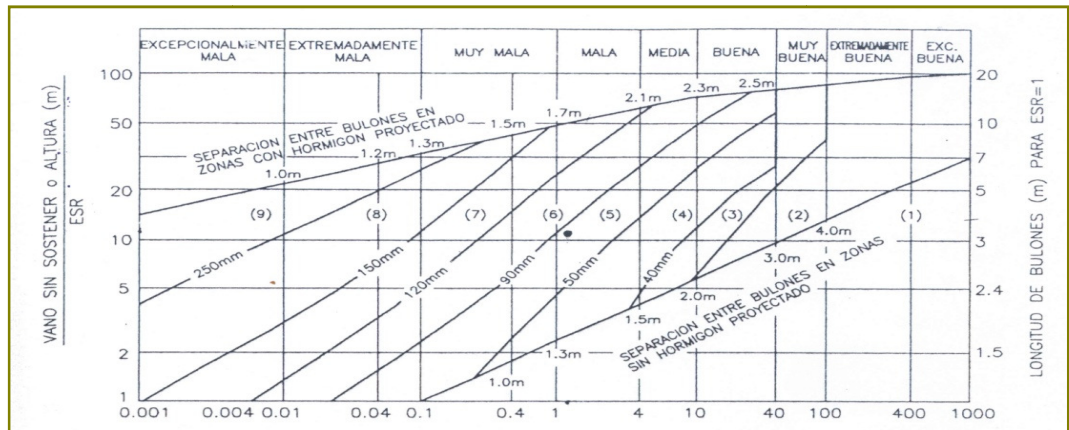


Ilustración 1 - Clasificación según el índice Q

Como se observa en la ilustración, en el ábaco se distinguen las 9 categorías, para las

CATEGORÍAS DE SOSTENIMIENTO	SOSTENIMIENTO PROPUESTO
1	Sin sostenimiento

cuales se definirán diferentes tipos de diseños de sostenimientos:



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

2	Bulonado puntual
3	Bulonado sistemático
4	Bulonado sistemático con hormigón proyectado
5	Hormigón proyectado con fibras, 50 – 90mm, y bulonado
6	Hormigón proyectado con fibras, 90 – 120mm, y bulonado
7	Hormigón proyectado con fibras, 120 – 150mm, y bulonado
8	Hormigón proyectado con fibras, >150mm con bulonado y cerchas metálicas
9	Revestimiento de hormigón

El índice Q tiene una forma más sencilla de cálculo y es relacionándolo con el RMR de Bieniawski. Para ello utilizaremos la correlación de Bieniawski:

$$Q = e^{\frac{RMR-44}{9}}$$

Utilizando esta transformación, podremos calcular la clasificación de los macizos rocosos en función del índice Q:

CLASE DE MACIZO ROCOSO	RMR	ÍNDICE Q
------------------------	-----	----------

Tabla 19 - Sostenimiento en función del índice Q

Bueno	61<RMR<80	6,61<Q<54,6
Medio	41<RMR<60	0,72<Q<6,61
Malo o Muy Malo	RMR<40	Q<0,72

Tabla 20 - Clasificación de los macizos rocosos



Barton también da una orientación sobre otros parámetros de diseño del sostenimiento como, por ejemplo, la longitud de pase sin sostener expresada en metros (L_p). Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$L_p = 2 \cdot ESR \cdot Q^{0,4}$$

CLASE DE MACIZO ROCOSO	LONGITUD DE PASE (m)
Bueno	9,91 – 4,26
Medio	4,26 – 1,75
Malo o Muy Malo	< 1,75

Tabla 21 - Longitud de pase en función de la clase de macizo rocoso

Para diseñar los sostenimientos correspondientes, es necesario calcular también la Dimensión Equivalente (D_e), que estará en función del diámetro de la excavación expresada en metros y el coeficiente ESR:

$$D_e = \frac{D_{excavación}}{ESR}$$

Para saber el valor ESR correspondiente al tipo de obra será necesario acudir a la siguiente tabla:

CLAVE	TIPO DE EXCAVACIÓN	ESR
A	Excavaciones mineras temporales	3 – 5
B	Pozos verticales de sección circular	2,5
C	Excavaciones mineras permanentes, túneles hidráulicos, túneles piloto, pozos planos, excavaciones iniciales de gran sección	1,6
D	Cavernas de almacenamiento, plantas de tratamiento de aguas, túneles carreteros y ferroviarios de sección media	1,3
E	Cavernas hidroeléctricas, túneles de gran sección, excavaciones militares, emboquilles de túneles	1,0



F	Instalaciones nucleares, estaciones de ferrocarril e instalaciones industriales	0,8
---	---	-----

Tabla 22 - Valor ESR para cada tipo de obra

De acuerdo con la clasificación anterior, en los cálculos correspondientes al diseño del sostenimiento de Burton asignaremos al coeficiente ESR el valor 1, es decir, clase E, ya que el túnel para la variante de la N-621 está definido como un túnel carretero de gran sección.

Utilizando la fórmula que relaciona las clasificaciones RMR y Q obtenemos que el valor medio de Q para el macizo rocoso atravesado por el túnel, es de 1,8. Este valor de Q clasifica al macizo rocoso como roca de calidad media.

A partir de las clasificaciones RMR y Q se procederá más adelante a escoger el sostenimiento recomendado en función de los resultados obtenidos.



ANEJO III

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CLIMATOLOGÍA	4
3. PLUVIOMETRÍA	5
4. TEMPERATURA	7
5. HELADAS	8
6. FLORA	9
7. FAUNA	10
8. ZONAS DE RESERVA	11



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Datos de la estación meteorológica de Tama	4
Tabla 2 - Datos de precipitación en la estación meteorológica de Tama	5
Tabla 3 - Precipitación máxima en 24 horas	6
Tabla 4 - Temperaturas medias mensuales	7
Tabla 5 - Temperaturas máximas absolutas	7
Tabla 6 - Temperaturas mínimas absolutas	8

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Gráfica de precipitación mensual.....	6
Ilustración 2 - Gráfica de precipitación máxima en 24 horas.....	6
Ilustración 3 - Gráfica de temperaturas medias mensuales	7
Ilustración 4 - Gráfica de temperaturas máximas absolutas	7
Ilustración 5 - Gráfica de temperaturas mínimas absolutas	8



1. INTRODUCCIÓN

El clima es uno de los factores que intervienen en la formación y condicionamiento del medio físico, a través de sus características térmicas, pluviométricas y de humedad, así el medio físico que acogerá las obras previstas en este proyecto, contará con condicionantes propios de la zona en la que se enmarca.

En el presente anejo se realiza una descripción del medio en el que se encuentra situado el túnel del proyecto, para ello, se han consultado los resultados de la estación meteorológica pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Norte siguiente:

OBSERVATORIO DE TAMA	
ALTITUD	270
LATITUD	43-10-50
LONGITUD	04-35-37 W
PROVINCIA	CANTABRIA
CUENCA HIDROGRÁFICA	1
Nº DE RELACIÓN ASIGNADO POR INM	1741

Tabla 1 - Datos de la estación meteorológica de Tama

2. CLIMATOLOGÍA

Existe una peculiaridad en la zona de estudio. La comarca de Liébana constituye una de las excepciones más destacables a las características climáticas generales de la vertiente atlántica ibérica.

Cantabria forma parte de los territorios atlánticos europeos que poseen en rasgos generales un clima oceánico con inviernos suaves, veranos frescos, aire húmedo, abundante nubosidad y precipitaciones frecuentes en todas las estaciones. No obstante posee gran variedad de climas en virtud de la complejidad de su relieve y su localización geográfica en el límite meridional del dominio climático atlántico.

Y, efectivamente, las alternativas se enclavan en una cuenca intramontana en la que el frío invernal se atenúa, el calor del estío se acentúa y disminuyen de forma general

las precipitaciones. Estas características del régimen térmico y de pluviosidad se ven especialmente acentuadas en el fondo del valle del río Deva, donde se encuentra el área objeto del presente estudio.

Estas peculiaridades climáticas se deben fundamentalmente a las altas montañas que rodean el valle del Deva, que detienen los vientos húmedos oceánicos, provocan su enfriamiento al elevarse y producen precipitaciones en la vertiente septentrional; una vez superado el obstáculo orográfico, estos vientos más secos y recalentados por el descenso hacia el fondo del valle no suelen provocar precipitaciones copiosas, disminuyendo a su vez la posibilidad de que se den temperaturas excesivamente bajas, salvo en invierno, cuando en época de calmas son frecuentes las heladas debido a que el aire frío queda atrapado en el fondo del valle por su mayor densidad y no existen vientos capaces de desalojarlo.

Con estas características, el fondo del valle posee un clima seco y soleado de rasgos mediterráneos, que contrasta con el de las cumbres cercanas y explica la existencia de viñedos. Los inviernos no son muy fríos, los veranos cálidos y secos, y las precipitaciones se reparten de forma irregular a lo largo de todo el año, con mayor incidencia en otoño, invierno y primavera.

3. PLUVIOMETRÍA

A continuación se presentan datos de precipitaciones obtenidos en la estación meteorológica de Tama. Se tienen datos entre los años 1970 y 2003.

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA	ANUAL
TAMA	61,1	62,48	59,41	75,44	53,32	26,6	22,6	23,69	33,21	56,02	70,14	79,51	56,01	623,58

Tabla 2 - Datos de precipitación en la estación meteorológica de Tama

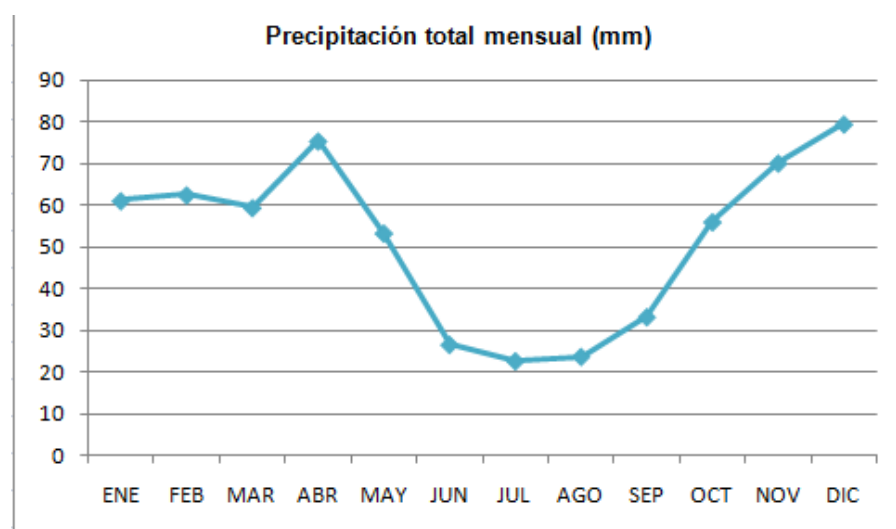


Ilustración 1 - Gráfica de precipitación mensual

La precipitación media anual oscila en torno a 623,58mm y se puede observar que las precipitaciones son más abundantes en los meses de abril, noviembre y diciembre.

La precipitación máxima en 24h se puede observar en la tabla y grafico siguientes:

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
TAMA	35,9	70	65	56	35,8	30	30	30,9	29,5	50	45	41,3	35,9

Tabla 3 - Precipitación máxima en 24 horas

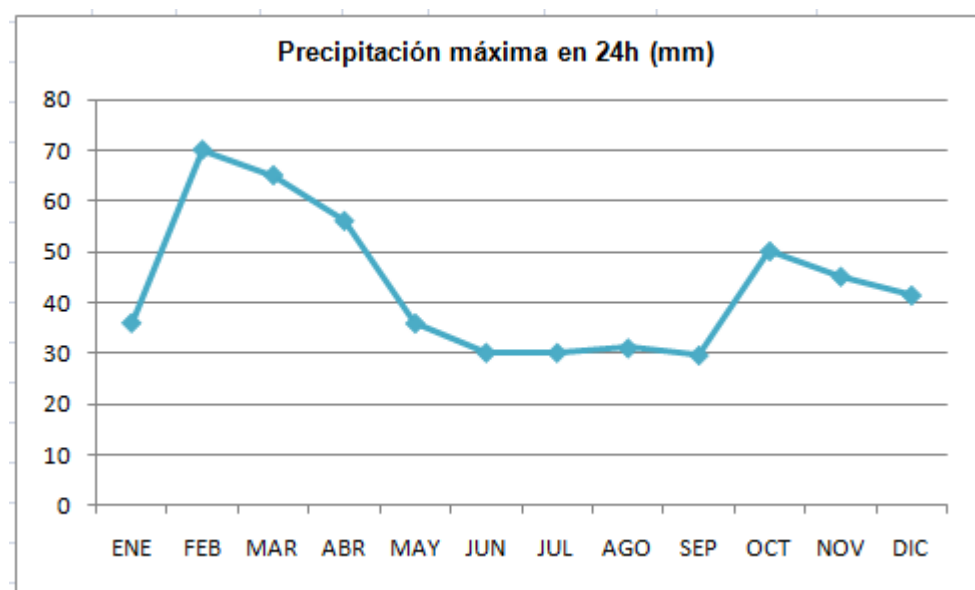


Ilustración 2 - Gráfica de precipitación máxima en 24 horas

Además, hay que tener en cuenta otras características pluviométricas como:

- La presencia de granizo es escasa, siendo en los meses de invierno cuando se produce.
- Las tormentas se producen durante los meses de primavera y verano, siendo julio el mes más tormentoso.
- Se observa que no hay presencia de escarcha en Primavera y Verano, produciéndose en meses de Otoño y de Invierno.
- Los días de rocío son escasos, durante los meses de finales de verano y principios de otoño hay un aumento de este fenómeno meteorológico, destacando el mes de Octubre.



- Los días de niebla son también escasos, siendo el último semestre del año con mayor número de días de este meteoro.

4. TEMPERATURA

A continuación se presentan los valores mensuales medios, mínimos y máximos de la temperatura en la estación meteorológica de Tama para la serie 1970-2003.

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
TAMA	6,8	8,2	10,2	11,1	14,6	17,7	19,8	20,1	17,8	14,3	10	7,6	13,18

Tabla 4- Temperaturas medias mensuales

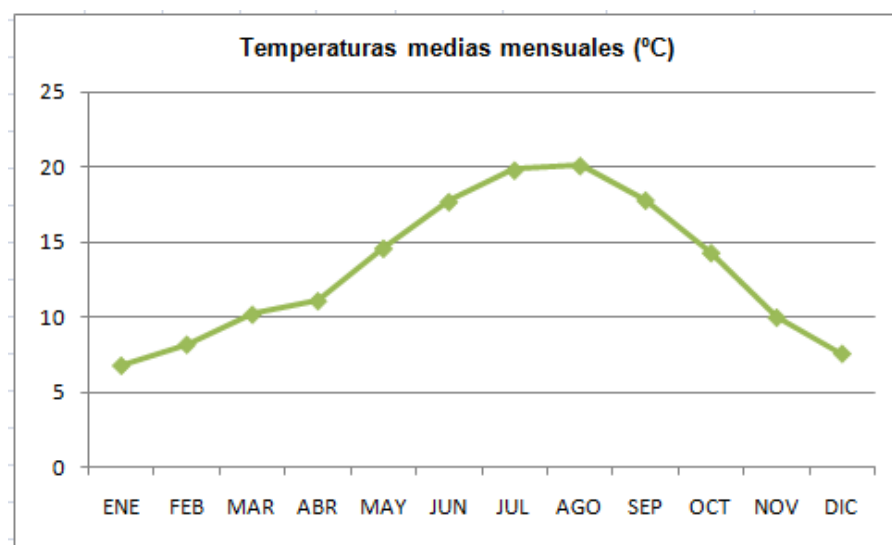


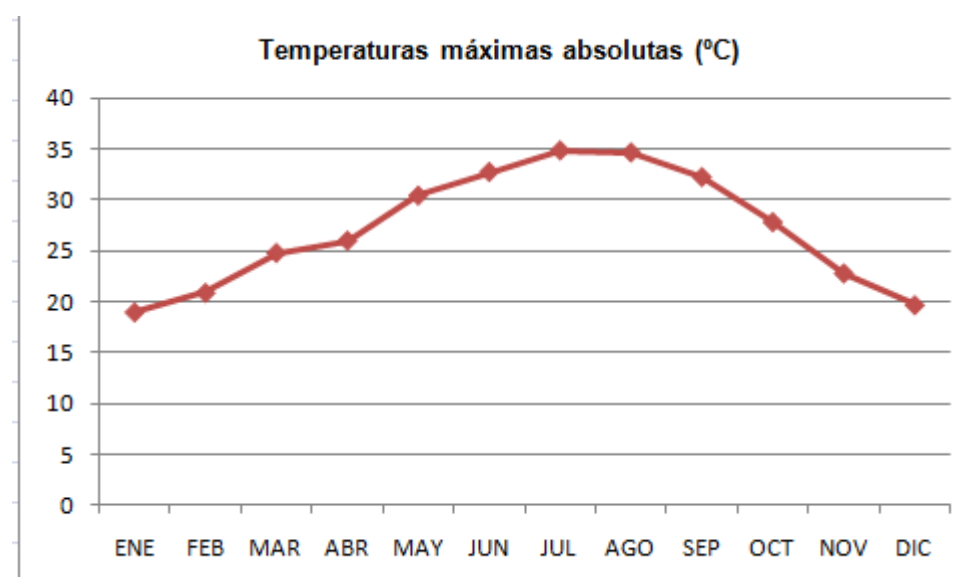
Ilustración 3 - Gráfica de temperaturas medias mensuales

Las temperaturas medias mensuales nunca bajan por debajo de 0°C. Por otro lado, existe un periodo de dos meses (Julio y agosto) en los que ronda los 20°C.

Las temperaturas máximas absolutas se reflejan en la siguiente tabla:

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
TAMA	19	20,9	24,8	26	30,4	32,7	34,8	34,6	32,2	27,8	22,8	19,7	27,14

Tabla 5 - Temperaturas máximas absolutas



Las temperaturas mínimas absolutas se reflejan en la siguiente tabla:

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
TAMA	-4,8	-4,1	-2,1	-0,6	2,7	5,7	8,4	8,6	5,5	1,8	-1,9	-4,6	1,22

Tabla 6 - Temperaturas mínimas absolutas

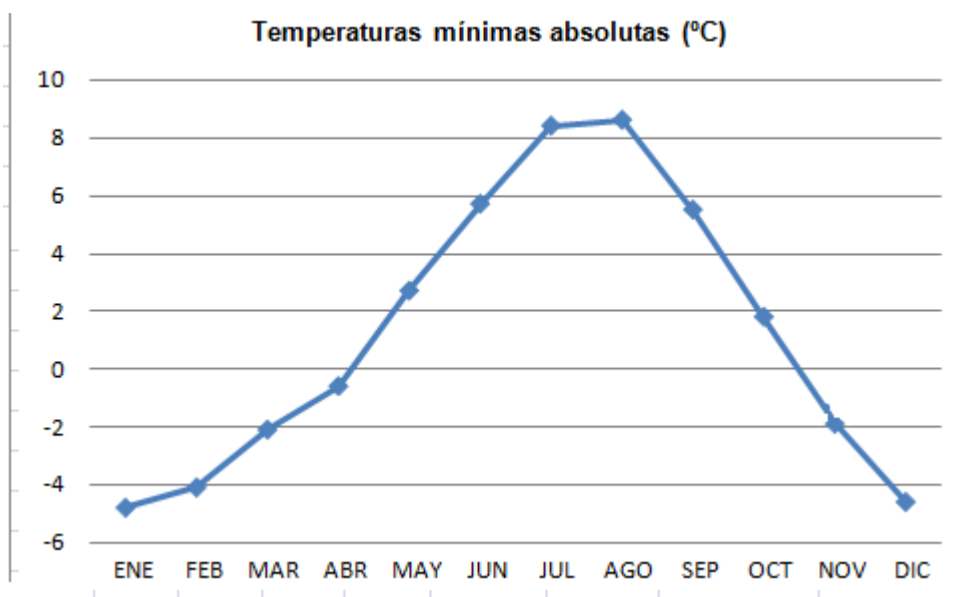


Ilustración 5 - Gráfica de temperaturas mínimas absolutas

El valor máximo es de 34.8°C registrado en el mes de agosto y el mínimo de -4.8°C registrado durante el mes de enero.

5. HELADAS

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.

Del estudio de las temperaturas podemos observar que las temperaturas máximas no son significativas, mientras que las mínimas dan lugar a fuertes heladas y nevadas con una media de 220 días con helada al año y 46 días de nieve al año. El



periodo de heladas tiene una duración de 5 meses, siendo en los meses de invierno los que cuentan con mayor número de días de helada.

6. FLORA

Gracias al microclima de la zona, Liébana tiene una variedad vegetal excepcional:

Encinares: Se trata de manchas boscosas de encina carrasca (*Quercus rotundifolia*) y la encina híbrida (*Quercus ambigua*). Estos encinares constituyen comunidades de gran singularidad, dado que por lo general estas comunidades relictas fuera de su óptimo climático se desarrollan sobre sustratos calcáreos de mayor aridez. Sin embargo las características microclimáticas del fondo del valle del río Deva con acusados rasgos de mediterraneidad, permite que se extiendan sobre sustratos silíceos. Este tipo de hábitats están considerados como de interés comunitario en la Directiva Hábitats y se extienden principalmente en los límites laterales del área de estudio, en la parte alta de las laderas.

Bosques de ribera: Se corresponde con bosques de aliso y fresno ligados a los márgenes de los ríos, distribuyéndose prácticamente por la totalidad de las riberas del área de estudio. Este tipo de hábitats están considerados como de interés comunitario en la Directiva Hábitats.

Bosques mixtos: Se trata de retazos de bosque mixto con fresnos, robles, arces y otras especies caducifolias. De este tipo hay una unidad de pequeña extensión a la altura de Aliezo, en la margen derecha del valle, asentada en ambas vertientes de la vaguada que drena hacia el Deva.

Plantaciones de pino: Son plantaciones de la especie alóctona pino de Monterrey (*Pinus radiata*), que se distribuyen de modo disperso por todo el área de estudio, en manchas de pequeño tamaño y en diferentes estados de crecimiento.

Frutales: En las zonas de menor altitud del área de estudio se distribuyen de forma puntual ciertas parcelas de plantaciones de frutales, intercaladas habitualmente



entre edificaciones o prados de siega de las vegas y de las terrazas fluviales. Dichas plantaciones incluyen, entre otras especies, nogales, ciruelos, etc.

Matorrales espinosos: Se trata de la etapa de degradación de los encinares que engloba tanto a matorrales densos de *Phillyrea media*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus* y *Arbutus unedo*. Se distribuyen de modo discontinuo, en ocasiones en los bordes de los encinares y en áreas más bajas.

Prados: Se corresponden con prados de siega distribuidos por las vegas de los ríos y las zonas de menor pendiente y que en numerosas ocasiones se encuentran cerrados con setos vivos arbolados y arbustivos. En algunos casos se encuentran intercalados con plantaciones de frutales (nogales y ciruelos entre otros) o con matorral. Se trata de la formación de mayor superficie de ocupación, cubriendo gran parte de la vega, terrazas fluviales y áreas de media ladera.

Pastos: En el área de estudio se localizan ciertas parcelas de pastizal, que se corresponden con prados de diente intercalados entre otro tipo de formaciones y que tienen una distribución muy puntual.

Viñedos: Se trata de plantaciones de vides (*Vitis vinifera*), generalmente de pequeña extensión, intercaladas normalmente entre prados de siega. Poseen un especial valor por estar estrechamente asociadas a las características climáticas mediterráneas del área de estudio. Se distribuyen por zonas de media ladera bien soleadas, especialmente en la margen derecha de los valles del área de estudio.

7. FAUNA

La comarca de Liébana posee una gran riqueza faunística, con representación de la mayoría de las especies propias de la Región Eurosiberiana, y constituye uno de los últimos refugios de especies amenazadas y sometidas a protección legal, tales como el oso pardo (*Ursus arctos*) o el urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus*). Como reflejo de esta reconocida calidad, cabe destacar que este territorio tiene una larga tradición cinegética, ya que Potes estaba incluido en la Reserva Nacional de Caza de Saja, declarada por Ley de 21 de mayo de 1.996, la de mayor superficie de España.



El río Deva y sus afluentes son también sistemas de particular interés faunístico. Se trata de ríos de montaña de aguas frías y de buena calidad, aptas para la vida de los salmónidos. El Deva en esta parte alta de su curso no alberga cotos de pesca, aunque hasta la misma localidad de Potes se le considera “zona salmonera”.

Dentro de este marco de gran interés faunístico, la franja de estudio presenta un elevado grado de humanización, tanto más acusado cuanto más próxima a Potes. De hecho los posibles corredores de paso de la variante de Potes presentan problemas de trazado debido a la existencia de edificaciones en las laderas por las que necesariamente deberá discurrir la futura infraestructura viaria. Es por ello que faltan en esta zona las principales especies catalogadas o de interés cinegético: el área de estudio está alejada de la zona de distribución del oso pardo y tampoco existen en el entorno de Potes el urogallo ni la mayoría de las especies de “gran fauna” citadas anteriormente, que precisan hábitats forestales de calidad (grandes extensiones de bosque maduro), roquedos de montaña o espacios amplios con un elevado grado de naturalidad y poco frecuentados por las personas, circunstancias que no se dan en la franja de estudio.

8. ZONAS DE RESERVA

Entre los espacios naturales protegidos situados fuera del área de estudio propiamente dicha, pero en su ámbito de influencia, destaca el Parque Nacional de Picos de Europa, declarados por Ley 16/95, que comprende territorios de las comunidades autónomas de Asturias, Castilla-León y Cantabria, y en el que están comprendidos los territorios del extremo noroeste de la Comarca de Liébana; el área de estudio se encuentra fuera de los límites de este espacio protegido, y tampoco está incluida o afecta a ningún territorio de los que forman la Red Regional de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria.

En lo relativo a la Red Natura 2000, Liébana engloba varias Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), así como territorios incluidos en la lista de Lugares de Importancia Comunitaria (LICs). Aun cuando la zona de estudio no está



incluida en ninguna de la ZEPAs de la región, se encuentra enmarcada entre las denominadas:

- Liébana, Desfiladero de la Hermida, Sierra de Peñasagra y Sierra del Cordel y Cabeceras de Nansa y del Saja.

Entre los espacios seleccionados en la última propuesta de Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) realizada por el Gobierno de Cantabria, se encuentran el LIC del río Deva, que comprende al río Deva y sus afluentes, y el LIC de Liébana, que engloba las zonas medias y altas de la comarca.

El único espacio natural potencialmente afectados por la variante de Potes serían el LIC de Liébana (una parte de su zona periférica penetraría ligeramente en la zona meridional el área de estudio).



ANEJO IV

EFECTOS SÍSMICOS



INDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES	4
1.1 Clasificación de las construcciones	4
1.2 Criterios de aplicación de la norma	6
2. CONCLUSIONES	6



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Mapa sísmico de la norma sismorresistente.....	7
--	---



1. CONSIDERACIONES GENERALES

En la actualidad se encuentra en vigor la nueva normativa denominada

"Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación" NCSE-02 (RD 997/2002 de 27 de septiembre, publicada en el BOE de 11 de octubre de 2002).

De acuerdo con la presente Norma Sismorresistente NCSE-02, cuyo objeto es proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la redacción de cualquier proyecto de estructuras de edificación, se redacta el presente anejo.

1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

De acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones se clasifican en:

a) De importancia moderada:

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

b) De importancia normal:

Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

c) De importancia especial:

Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:



- Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
- Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.
- Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
- Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.
- Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.
- Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.
- Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.
- Edificios e instalaciones industriales incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.
- Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.



1.2 CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

La obra podría clasificarse como de normal o especial importancia, incluyéndose, en este último caso, dentro de la catalogación de infraestructuras básicas, como puentes y principales vías de comunicación de las poblaciones.

Para ellas, no es obligatoria la aplicación de la norma, siempre y cuando la aceleración sísmica de básica “ab”, sea inferior a 0,04 g; siendo “g”, la aceleración de la gravedad.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del Mapa de Peligrosidad Sísmica del Territorio Español. Dicho mapa suministra, para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la aceleración de la gravedad, la aceleración sísmica básica, ab, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años.

El mapa adjunto suministra además los valores del coeficiente de contribución, K, que tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica de cada punto, de los distintos tipos de sismicidad existentes en la Península y áreas adyacentes y de las más lejanas, correspondiente a la falla Azores- Gibraltar.

2. CONCLUSIONES

La aceleración sísmica de cálculo se define como el producto de la aceleración básica por el coeficiente de riesgo, función del periodo de vida en años, para el que se proyecta la construcción ($r = (t/50)^{0,37}$).

A efectos del cálculo, se considera un periodo de vida de 100 años, para construcciones de especial importancia, lo que supone un valor del factor de riesgo de 1,30.

De ambos valores, se deduce una aceleración de cálculo, $a_c = 0,04 \text{ g} \cdot 1,30 = 0,052 \text{ g}$., inferior a la requerida para la obligatoriedad en la aplicación de la norma sismorresistente.





ANEJO V

HIDROLOGÍA Y DRENAJE



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CALCULO DE CAUDALES	4
2.1 Consideraciones generales	4
2.2 Fórmula de cálculo	4
2.2.1. Intensidad de precipitación media	5
2.2.2. Tiempo de concentración	7
2.2.3. Escorrentía	8
2.3 Caudales en las cuencas.....	9
3. DRENAJE	11
3.1 Drenaje exterior	12
3.1.1. Cálculo de la cuneta de drenaje	13
3.2 Drenaje interior	13
3.2.1 Sistema de evacuación de filtraciones	13
3.2.2. Sistema de evacuación de vertidos	14



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Valores de K.....	5
Tabla 2 - Tabla de coeficientes para obtener I.....	10
Tabla 3 - Caudales en las bocas del túnel	11

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Gráfico para calcular I_t	6
Ilustración 2 - Mapa de isolíneas.....	7
Ilustración 3 - Tiempo de concentración para márgenes de la plataforma o laderas ..	8
Ilustración 4 - Mapa del Ministerio de Fomento (1999) para calcular Precipitaciones máximas diarias	9
Ilustración 5 - Esquema de drenaje exterior.....	13
Ilustración 6 - Esquema drenaje interior para recogida de vertidos	15



1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es realizar una estimación de los caudales agua superficial que pueda aparecer en las cuencas formadas bocas del túnel debido a las aguas pluviales para dimensionar los elementos de drenaje necesarios para su evacuación.

Para realizar este anejo nos apoyamos en el Instrucción de drenaje 5.2 IC.

2. CALCULO DE CAUDALES

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El método de estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retomo depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante.

Para cuencas pequeñas son apropiados los métodos hidrometeorológicos, basados en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de una estimación de su escorrentía. Ello equivale a admitir que la única componente de esa precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente.

En las cuencas grandes estos métodos pierden precisión y, por tanto, la estimación de los caudales es menos correcta pero, por otra parte, en estas cuencas suele disponerse de información directa sobre niveles o caudales de avenidas.

En este caso la cuenca se considera pequeña por lo que se utilizarán los métodos hidrometeorológicos.

2.2 FÓRMULA DE CÁLCULO

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante la fórmula

$$Q = \frac{C * A * I}{K}$$



Siendo:

- C: el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.
- A: su área, salvo que tenga aportaciones o pérdidas importantes, tales como resurgencias o sumideros, en cuyo caso el cálculo del caudal O deberá justificarse debidamente.
- I: la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.
- K: un coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A y que incluye un aumento del 20 por 100 en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación.

Valores de K:

Q en:	A en:		
	Km ²	Ha	m ²
m ³ /s	3	300	3000000
l/s	0.003	0.3	3000

Tabla 1 – Valores de K

2.2.1. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN MEDIA

La intensidad media I_t (mm/h) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}$$

$$I_t/I_d = I_1/I_d$$

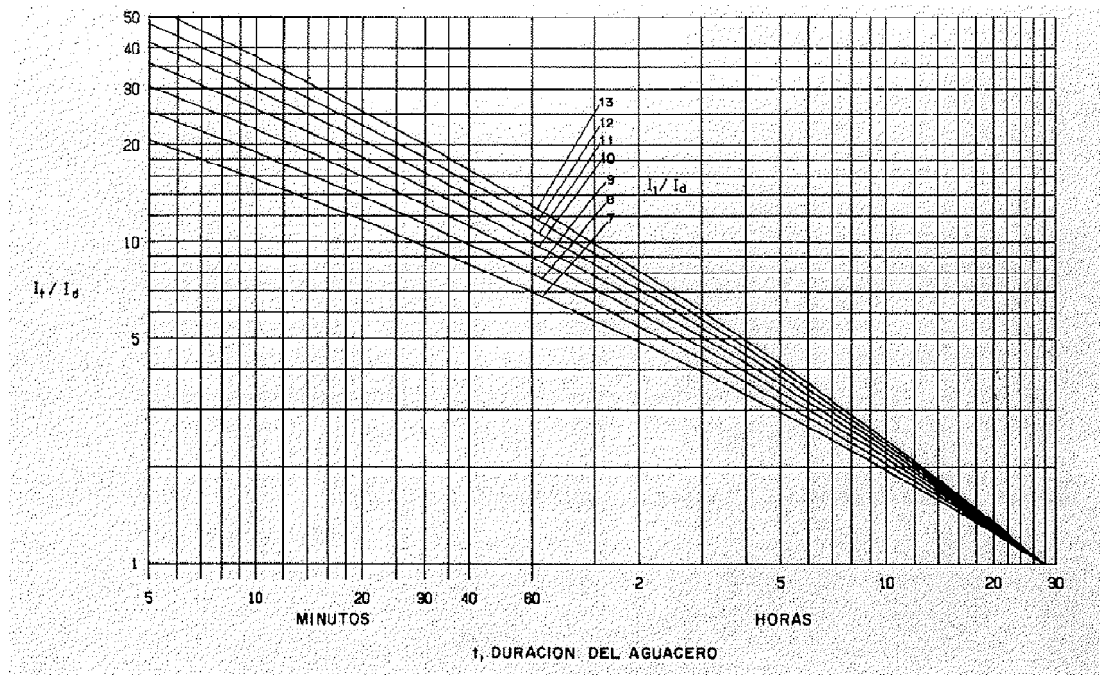


Ilustración 1 - Gráfico para calcular I_t

Siendo:

- I_d (mm/h): la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a $P_d/24$.
- P_d (mm): la precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno, que podrá tomarse de los mapas contenidos en la publicación «Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día», de la Dirección General de Carreteras, o a partir de otros datos sobre lluvias, los cuales deberán proceder preferentemente del Instituto Nacional de Meteorología.
- I_t (mm/h): la intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho período de retorno.
- t (h): la duración del intervalo al que se refiere I , que se tornará igual al tiempo de concentración.

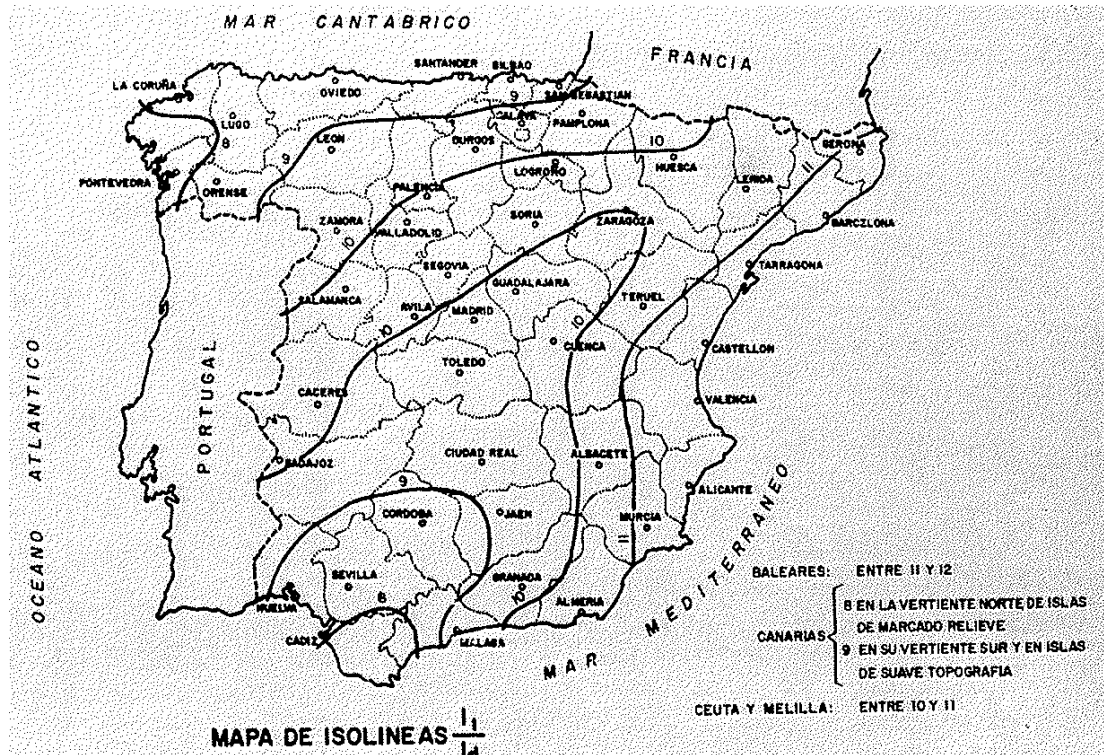


Ilustración 2 - Mapa de isolinias

2.2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración T (h) relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula.

$$T = 0,3 * [(L/J^4)^{0,76}]$$

Siendo:

- L (km): la longitud del cauce principal.
- J (m/m): su pendiente media.

Si el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno fuera relativamente apreciable, como es el caso de la plataforma de la carretera y de los márgenes que a ella vierten, la fórmula anterior no resulta aplicable. Si el recorrido del agua sobre la superficie fuera menor de treinta minutos, se podrá considerar que el tiempo de concentración es de cinco minutos. Este

valor se podrá aumentar de cinco a diez minutos al aumentar el recorrido del agua por la plataforma de treinta a ciento cincuenta minutos.

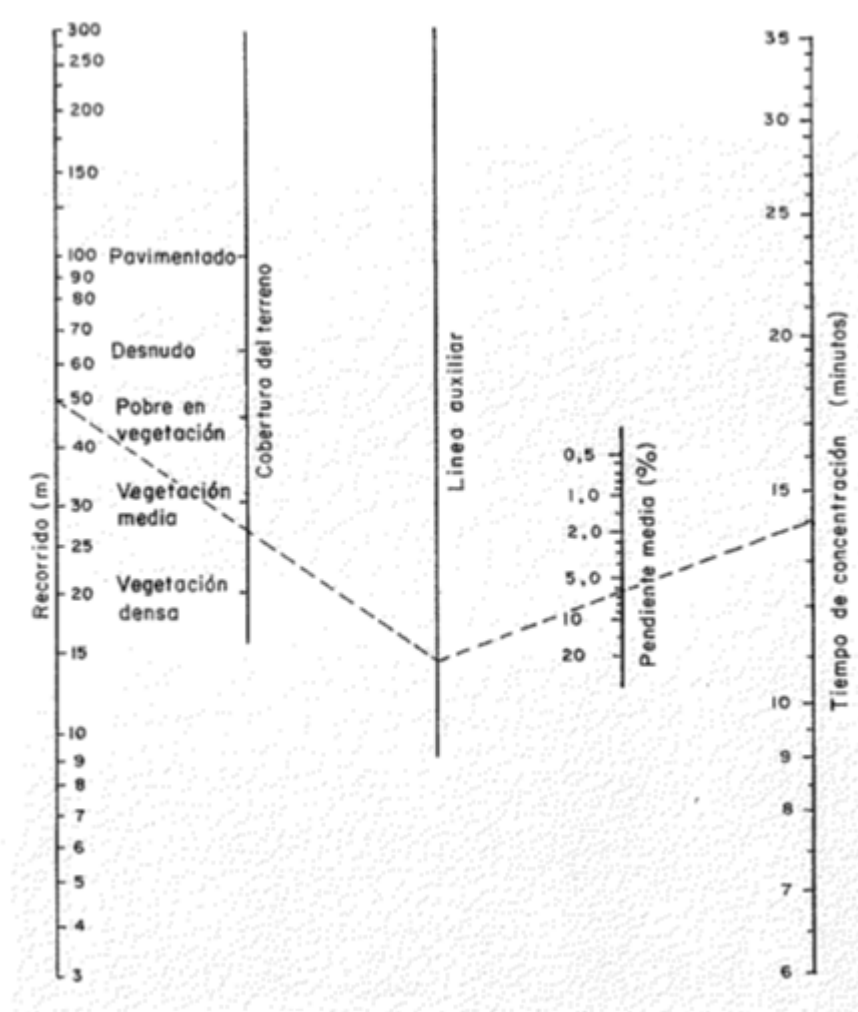


Ilustración 3 - Tiempo de concentración para márgenes de la plataforma o laderas

2.2.3. ESCORRENTÍA

El coeficiente C de escorrentía define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I , y depende de la razón entre la precipitación diaria P_d correspondiente al período de retorno y el umbral de escorrentía P_o , a partir del cual se inicia ésta.

Si la razón P_d/P_o fuera inferior a la unidad, el coeficiente C de escorrentía podrá considerarse nulo. En caso contrario, el valor de C podrá obtenerse de la fórmula

ENTRE EL PK147 Y EL PK150

$$C = \frac{[(Pd/Po) - 1] * [(Pd/Po) + 23]}{[(Pd/Po) + 11]^2}$$

2.3 CAUDALES EN LAS CUENCAS

Como vimos en los apartados anteriores el caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante la fórmula

$$Q = \frac{C * A * I}{K}$$

Para realizar el cálculo I de la precipitación máxima diaria (valor medio) recurrimos a la utilización del ``Mapa del Ministerio de Fomento (1999) para calcular Precipitaciones máximas diarias''. El periodo de retorno utilizado para los cálculos es de 25 años.

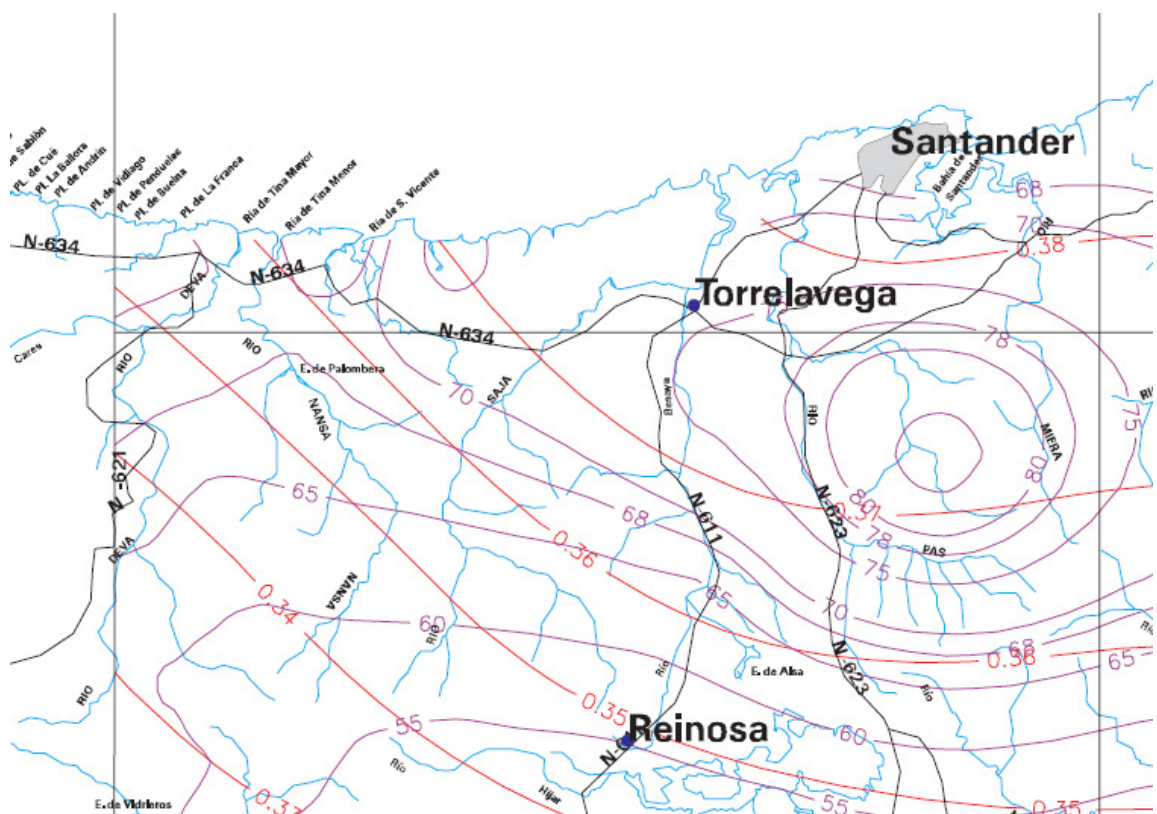


Ilustración 4 - Mapa del Ministerio de Fomento (1999) para calcular Precipitaciones máximas diarias

Existen dos familias de isolineas:



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Precipitación máxima diaria (isolíneas de color violeta)
- Coeficiente de Variación (isolíneas de color rojo)

Para el punto deseado, tomamos un valor para cada una de las familias de isolíneas:

$C_v = 0,34$ $P = 65$ mm/día

Entramos en la siguiente tabla con los valores $C_v = 0,34$ y Retorno 25 años

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla 2 - Tabla de coeficientes para obtener I



Obtenemos el coeficiente 1,717. Multiplicando este coeficiente por el valor de la isolínea de precipitación máxima diaria se obtiene:

$P_{\max}/\text{día}$, retorno 25 años: $65\text{mm}/\text{día} \times 1,717 = 111,605$

El valor del coeficiente de escorrentía utilizado es $C=0,38$

El valor K en función de las unidades de superficie y aumento del 20% de Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación es $K=300$.

Cuenca	A (Ha)	C	I	Q
Boca Norte	0.720	0.38	111,605	0.1221
Boca Sur	0.625	0.38	111,605	0.1060

Tabla 3 - Caudales en las bocas del túnel

3. DRENAJE

Para elección del sistema de drenaje se ha aplicado la Instrucción de drenaje vigente, es decir la norma 5.2. I.C. de drenaje superficial en carreteras, para el túnel del proyecto. Además del coste, deberán tenerse en cuenta factores:

- Topográficos: altitud, posición de la explanación respecto al terreno contiguo, espacio disponible, origen y posible punto de desagüe de cada red. Situación de obras de drenaje transversal o de paso previsto o necesario, transiciones de peralte, presencia de mediana, puntos altos y bajos.
- Climatológicos: régimen seco con chubascos, régimen de lluvias continuas.
- Hidrológicos: presencia, nivel y caudal de aguas subterráneas: aportación y desagüe de aguas superficiales, escorrentía.
- Geotécnicos: naturaleza y condiciones de los suelos, posibilidad de corrimientos y erosión; permeabilidad.

Se recomienda elegir soluciones que, además de eficientes, sean sencillas, robustas y de fácil mantenimiento.



El drenaje superficial deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial y en algunos casos, las aguas subterráneas procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella y las conduzca a un desagüe.

Con respecto a las obras de túneles la norma específica lo siguiente:

- Deberá preverse la recogida, por medio de caces, de las aguas que caigan a la superficie de la plataforma y, en especial, de los vertidos procedentes de los vehículos, sin dejarlas correr una distancia excesiva. Para ello se desaguarán aquéllos, a través de sumideros frecuentes, a unos colectores. Podrá desaguar la plataforma hacia un solo lado.
- Las arquetas necesarias irán separadas 100 m como máximo y preferiblemente 50 m, y se adaptarán a la sección del túnel. Sus tapas no podrán situarse en la calzada, salvo justificación en contrario. Su profundidad será suficiente para recoger también el drenaje profundo.

3.1 DRENAJE EXTERIOR

En cuanto al drenaje exterior en las zonas de boca, se ha proyectado un sistema de recogida, canalización y evacuación de las aguas pluviales compuesto por:

- La realización de una cuneta en todo el perímetro de la excavación de cada una de las bocas, con la misión de recoger el agua de escorrentía de la ladera y canalizarla hacia las bajantes que se dispondrán sobre el relleno definitivo.
- La construcción de bajantes, a partir de elementos prefabricados, que conducirán el agua recogida hasta el sistema general de drenaje de la carretera que atraviese el túnel.

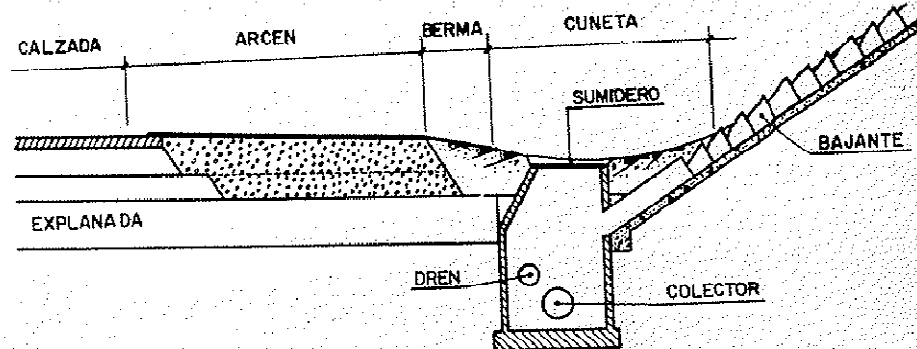


Ilustración 5 - Esquema de drenaje exterior

3.1.1. CÁLCULO DE LA CUNETETA DE DRENAJE

Se podrá considerar que la corriente no producirá daños importantes por erosión de la superficie del cauce o conducto si su velocidad media no excede los límites fijados en la Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial.

Como el material a emplear en la cuneta de drenaje será el hormigón, la velocidad máxima admisible fijada en la instrucción es de 4,5 m/s.

Del caudal y la velocidad se despeja la sección necesaria: $Q = V * S$

Y la sección escogida es circular: $S = \frac{\pi * R^2}{2}$

El radio de la cuneta necesario, para una velocidad máxima de 4,5m/s en la boca norte es de 0,13 metros y en la boca sur de 0,12 metros.

Por tanto, el radio de cuneta utilizado para ambas bocas será de 0,13 metros.

3.2 DRENAJE INTERIOR

3.2.1 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE FILTRACIONES

Este sistema tiene por finalidad la evacuación de filtraciones que se capten en el túnel, fuera del mismo e independizar los caudales de filtraciones de los vertidos que puedan producirse en el mismo.



El sistema de evacuación de filtraciones está formado por:

- Por ambos hastiales del túnel se ha dispuesto un dren de 75 mm. de diámetro de P.V.C. ranurado para recoger las aguas de filtración del trasdós del revestimiento de los mismos.
- Ambos drenes desaguan en el colector general de filtraciones cada 100 m. de distancia máxima.
- En el colector se intercalan pozos de registro de 1,50*1 a una distancia máxima de 100 m. Son el punto de desagüe de los drenes. Además sirve para el mantenimiento e inspección de la tubería de presión de la red contraincendios, acometida a nichos desde dicha tubería, disposición de válvulas de paso en la misma y acometidas a las arquetas del sifónicas del sistema de vertidos.

3.2.2. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE VERTIDOS

Se instalará un sistema de evacuación a lo largo del túnel cuya misión es la recogida rápida eliminación de vertidos y agua caigan a la superficie de la plataforma del túnel.

Es importante instalar este sistema debido al riesgo de que se produzca dentro del túnel un vertido de líquidos inflamados y la propagación del fuego a través de la red de drenaje, por las graves repercusiones que tendría tanto para las personas como para las instalaciones.

El sistema de recogida de vertidos está formado por:

- Caz o zanja con abertura vertical situado en la línea del bordillo de la acera baja. Un caz es una franja estrecha longitudinal, en forma de canal revestido de muy poca profundidad, y generalmente situada al borde de la plataforma. Junto a aceras o medianas elevadas el caz está limitado por un bordillo o barrera.

- Sumidero que permite el desagüe de las aguas recogidas por el caz al colector general donde desaguan también las aguas procedentes de las filtraciones. Se colocaran cada 80 m.

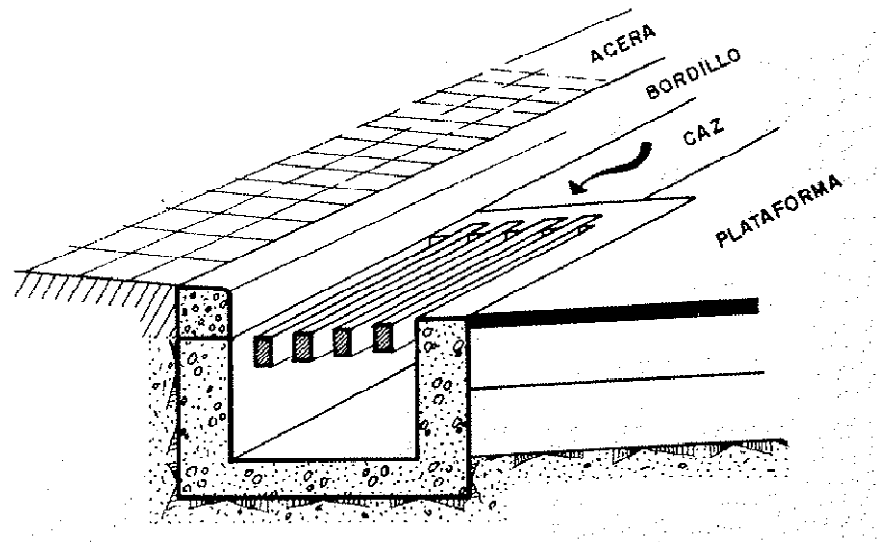


Ilustración 6 - Esquema drenaje interior para recogida de vertidos



ANEJO VI

DEFINICIÓN DEL TRAZADO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CLASE DE CARRETERA Y TIPO DE PROYECTO.....	3
2.1. Clasificación de la carretera.....	3
2.2 Denominación de la carretera.....	3
2.3 Tipo de proyecto	4
3. TRAZADO EN PLANTA	5
6. CÁLCULOS.....	7
6.1. Puntos singulares del eje.....	7



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudia el trazado en alzado y en planta de la carretera del proyecto.

Para ello, se aplica la normativa española vigente de trazado que corresponde a la Norma 3.1- I.C.

2. CLASE DE CARRETERA Y TIPO DE PROYECTO

2.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

La Norma 3.1- I.C., atendiendo a las características principales de la carretera hace las siguientes clasificaciones:

A) Según su definición legal (Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobada por el Real Decreto Legislativo 339/1990). En este caso queda clasificada como **carretera convencional**.

B) Según el número de calzadas. En este caso **carretera de calzada única**, tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física.

C) Según el grado de control de accesos. Queda clasificada dentro del tipo **con accesos directos autorizados**, en la que se define la frecuencia y disposición de los accesos según las condiciones técnicas derivadas de la funcionalidad de la carretera, su entorno, la intensidad del tráfico y la velocidad a que circulen los vehículos.

D) Según las condiciones orográficas. Se realiza esta clasificación en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera. El tipo de relieve atravesado es ondulado, inclinación entre 5 y 15%.

E) Según las condiciones del entorno urbanístico. Será un tramo interurbano.

2.2 DENOMINACIÓN DE LA CARRETERA

A efectos de aplicación de la presente Norma, las carreteras o sus tramos se denominarán indicando la clase de carretera, según su definición legal, seguido del



valor numérico de la velocidad de proyecto, expresado en km/h. Las autopistas se designarán como AP, las autovías como AV, las vías rápidas como R y las carreteras convencionales como C.

Se establecen los siguientes grupos a efectos de aplicación de la presente Norma:

Grupo 1: Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100.

Grupo 2: Carreteras C-80, C-60 y C-40.

El presente proyecto se encuentra clasificado dentro del grupo 2, carretera C-60.

2.3 TIPO DE PROYECTO

A efectos de aplicación de la presente Norma se distinguen los siguientes:

Proyecto de nuevo trazado: Son aquéllos cuya finalidad es la definición de una vía de comunicación no existente o la modificación funcional de una en servicio, con trazado independiente, que permita mantenerla con un nivel de servicio adecuado.

Proyectos de duplicación de calzada: Son aquéllos cuya finalidad es la transformación de una carretera de calzada única en otra de calzadas separadas, mediante la construcción de una nueva calzada, generalmente muy cercana y aproximadamente paralela a la existente. Estos proyectos suelen incluir modificaciones locales del trazado existente, supresión de cruces a nivel, reordenación de accesos, y en general las modificaciones precisas para alcanzar las características de autovía o autopista.

Proyectos de acondicionamiento: Son aquéllos cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.

Proyectos de mejoras locales: Son aquéllos cuya finalidad es la adecuación de la carretera por necesidades funcionales y de seguridad de la misma, modificando las características geométricas de elementos aislados de ésta.

En este caso el tipo de proyecto es de nuevo trazado ya que se está realizando la modificación funcional de un trazado ya en servicio.



3. TRAZADO EN PLANTA

El desarrollo en planta obtenido para el trazado diseñado se ha obtenido siguiendo la Instrucción que reúne las normas y especificaciones necesarias para proyectar el trazado de una carretera en España. Dicha norma es la instrucción 3.1-I.C. que engloba todo lo referente al trazado tanto en planta como en alzado del que se hablará en el siguiente apartado.

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En el caso de carreteras de calzada única el eje coincide con el centro de la calzada.

Para la velocidad del proyecto de 60 km/h carretera perteneciente al grupo 2 (C-60) longitud mínima de rectas de 111m y un radio mínimo para las curvas de 265 metros y con un peralte máximo del 7%.

En este caso se el tramo de túnel será una alineación recta ya que cumple las condiciones impuestas.

El tubo comienza en su emboquille lado Sur en el P.K 1+300, el final del túnel se sitúa en el P.K. 1+940. La longitud del túnel es, por tanto, de 640 m.

Las longitudes aproximadas de los emboquilles son de 20 metros en la boca norte y 70 m en la boca sur.

4. TRAZADO EN ALZADO

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

Para la definición del alzado se adoptará el siguiente criterio. En carreteras de calzada única el eje que define el alzado, coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

Los elementos que determinan el trazado en alzado son las alineaciones verticales formadas por las rasantes en rampa o pendiente y los acuerdos entre las mismas. Para la definición de los acuerdos entre las rasantes, que pueden ser cóncavos o



convexos, se toman parábolas que se especifican mediante el parámetro K_v , que representa la longitud de curva por unidad de variación dependiente, y también el radio de curvatura en el vértice. En la norma se indican unos valores mínimos para la velocidad de proyecto de 80 km/h de:

- Acuerdos cóncavos: $K_v=2636$
- Acuerdos convexos: $K_v=3050$

y unos valores recomendados para la citada velocidad de proyecto:

- Acuerdos cóncavos: $K_v=4348$
- Acuerdos convexos: $K_v=7125$

Los túneles de longitud igual o menor que quinientos metros (500 m) tendrán una sola inclinación de la rasante, salvo justificación en contrario. En carreteras de calzada única, se evitarán inclinaciones de rasante mayores del tres por ciento (3%).

Cuando la longitud del túnel sea mayor que quinientos metros (500 m), la inclinación de la rasante será objeto de un estudio específico. En general, la combinación de inclinación y longitud de las rampas en túneles, deberá ser tal que no obligue al diseño de carriles adicionales.

En cualquier caso, salvo justificación en contrario, el trazado en alzado del túnel será tal que en toda su longitud la velocidad de los vehículos pesados no sea inferior a sesenta kilómetros por hora (60 km/h).

En este caso el túnel tiene una longitud de 640 m y se le ha dado una pendiente del 1,1% que se considera suficiente para que haya evacuación de aguas y los vehículos pesados no sufran una importante reducción de velocidad.

En los dos extremos de la alineación recta en la que se encuentra el túnel aparece un acuerdo vertical convexo a los que se les ha dado un valor $K_v = 7000$.

5. SECCIÓN TIPO

La Norma 3.1- I.C. establece la sección de túnel a adoptar en función del tipo de carretera. Para el tipo de carretera C-60 indica lo siguiente:



Carreteras de calzada única:

La sección tipo será simétrica, sin espacio para la detención de un vehículo en el arcén; se incluirá en las vías rápidas y en las carreteras C-100 y C-80 una zona intermedia cebreada en la que no se permitirá la circulación de vehículos, que evite la reducción excesiva de velocidad y reduzca la posibilidad de invasión del carril contrario.

La sección tipo será:

Carreteras convencionales C-60.

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 9,0 \text{ m}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

6. CÁLCULOS

6.1. PUNTOS SINGULARES DEL EJE

A continuación se presentan los cálculos realizados de los puntos del eje cada 20 metros del tramo del proyecto compuesto por una alineación recta.

Alin.	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	1200	367553,422	4779528,48	71,0745	0	0	20
Rec	1220	367571,393	4779537,26	71,0745	0	0	20
Rec	1240	367589,364	4779546,04	71,0745	0	0	20
Rec	1260	367607,335	4779554,82	71,0745	0	0	20
Rec	1280	367625,306	4779563,59	71,0745	0	0	20
Rec	1300	367643,276	4779572,37	71,0745	0	0	20
Rec	1320	367661,247	4779581,15	71,0745	0	0	20
Rec	1340	367679,218	4779589,93	71,0745	0	0	20
Rec	1360	367697,189	4779598,7	71,0745	0	0	20
Rec	1380	367715,16	4779607,48	71,0745	0	0	20
Rec	1400	367733,131	4779616,26	71,0745	0	0	20
Rec	1420	367751,101	4779625,04	71,0745	0	0	20
Rec	1440	367769,072	4779633,81	71,0745	0	0	20
Rec	1460	367787,043	4779642,59	71,0745	0	0	20
Rec	1480	367805,014	4779651,37	71,0745	0	0	20
Rec	1500	367822,985	4779660,15	71,0745	0	0	20
Rec	1520	367840,956	4779668,93	71,0745	0	0	20



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Rec	1540	367858,926	4779677,7	71,0745	0	0	20
Rec	1560	367876,897	4779686,48	71,0745	0	0	20
Rec	1580	367894,868	4779695,26	71,0745	0	0	20
Rec	1600	367912,839	4779704,04	71,0745	0	0	20
Rec	1620	367930,81	4779712,81	71,0745	0	0	20
Rec	1640	367948,781	4779721,59	71,0745	0	0	20
Rec	1660	367966,751	4779730,37	71,0745	0	0	20
Rec	1680	367984,722	4779739,15	71,0745	0	0	20
Rec	1700	368002,693	4779747,93	71,0745	0	0	20
Rec	1720	368020,664	4779756,7	71,0745	0	0	20
Rec	1740	368038,635	4779765,48	71,0745	0	0	20
Rec	1760	368056,606	4779774,26	71,0745	0	0	20
Rec	1780	368074,576	4779783,04	71,0745	0	0	20
Rec	1800	368092,547	4779791,81	71,0745	0	0	20
Rec	1820	368110,518	4779800,59	71,0745	0	0	20
Rec	1840	368128,489	4779809,37	71,0745	0	0	20
Rec	1860	368146,46	4779818,15	71,0745	0	0	20
Rec	1880	368164,431	4779826,93	71,0745	0	0	20
Rec	1900	368182,401	4779835,7	71,0745	0	0	20
Rec	1920	368200,372	4779844,48	71,0745	0	0	20
Rec	1940	368218,343	4779853,26	71,0745	0	0	20
Rec	1960	368236,314	4779862,04	71,0745	0	0	20
Rec	1980	368254,285	4779870,81	71,0745	0	0	20
Rec	2000	368272,256	4779879,59	71,0745	0	0	20
Rec	2020	368290,226	4779888,37	71,0745	0	0	20
Rec	2040	368308,197	4779897,15	71,0745	0	0	10
	2050	368317,183	4779901,54	71,0745	0	0	0



ANEJO VII

MÉTODO DE EXCAVACIÓN



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS QUE INFLUYEN EN LA EXCAVABILIDAD.7	
2.1 Resistencias mecánicas	7
2.2 Índices de abrasividad	8
2.3 CRITERIOS DE EXCAVABILIDAD.....	10
2.4 Discusión de los criterios y aplicación a los túneles.	10
3. EXCAVACIÓN CON ROZADORA	12
3.1. Sistema de trabajo.....	13
3.1.1. Ataque puntal	13
3.1.2. Sistema de corte.....	13
3.2. Clasificación de las rozadoras	14
3.3. Elección de la rozadora	15
4. MÉTODO DE EXCAVACIÓN.....	15
4.1. Fases de excavación.....	17
4.1.1. Avance.....	17
4.1.2. Destroza	18
5. DESESCOMBRO.....	18



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Método de excavación en función del RMR según Romana.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 2 - Valoración de la resistencia a compresión.....	7
Tabla 3 -Abrasividad de la roca según valor de Fschim.....	9
Tabla 4 -Relación de la abrasividad con índice Cerchar (CAI).....	9
Tabla 5 - Propiedades del litotipo del trazado del túnel.....	11
Tabla 6 - Clasificación de las rozadoras	14

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Cabeza de rozadora de eje axial	13
Ilustración 2 - Cabeza de rozadora de eje longitudinal	14
Ilustración 3 - Esquema de excavación en avance y destroza.....	16
Ilustración 4 – Esquema de desescombro	18



1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a realizar la elección y definición del método de excavación elegido para la construcción del túnel.

En la actualidad los métodos de excavación más utilizados para la construcción de túneles son dos:

- Excavación mediante voladuras.
- Excavación mediante medios mecánicos, principalmente con tuneladoras rozadoras y martillos hidráulicos.

La principal clasificación que se utiliza para la definición del macizo rocoso atravesado por el túnel es la RMR de Bieniawski. A partir de esta clasificación M. Romana propone la elección del método de excavación según el valor RMR que vemos en la tabla que aparece a continuación:

RMR	CLASE	LONGITUD DE PASE (m)		PARTICIÓN DE LA SECCIÓN	MÉTODO DE EXCAVACIÓN
		MÁXIMA	RECOMENDADA		
100	I a		≥ 5	SECCIÓN COMPLETA CALOTA Y DESTROZA	TBM ABIERTO VOLADURAS ROZADORA
90	I b		≥ 5		
80	II a	16.0	≥ 5		
70	II b	9.5	4/5		
60	III a	6.0	3/4		
50	III b	4.0	2/3		
40	IV a	2.5	1/2		
30	IV b	1.75	1		
20	V a	1.0	0,5/0,75		
10	V b		0,5		
0				GALERÍA DE AVANCE GALERÍAS MÚLTIPLES CONTRABO VEDA	ESCUDO FRESADO ESCARIFICACIÓN/PALA



Tabla 1 - Método de excavación en función del RMR según Romana

-

BM abierto ($60 < \text{RMR}$).

El uso de tuneladoras abiertas es ventajoso cuando las necesidades de sostenimiento son reducidas y ese sostenimiento puede instalarse detrás de la cabeza de perforación. Existen clasificaciones específicas para estos casos pero en general puede esperarse un funcionamiento satisfactorio si el macizo rocoso es de calidad buena ($\text{RMR} < 60$) y tolerable si es de calidad media a buena ($50 < \text{RMR} < 60$). Si el RMR es inferior a 50 la excavación se convierte en muy trabajosa, y sólo tiene sentido económico y de plazo la utilización de

TBM abierto si los tramos de mala calidad son de longitud reducida.

- Voladuras ($\text{RMR} > 40$).

Es el método más versátil, y por lo tanto el más frecuente. Aunque es posible excavar por voladuras terrenos de calidad mala o muy mala, no suele resultar práctico hacerlo.

- Rozadora ($30 < \text{RMR} < 90$).

Teóricamente la rozadora (máquina de ataque puntual y cuerpo bajo y compacto) puede utilizarse con gran variedad de terrenos. Su limitación no es la calidad global del macizo rocoso, sino la resistencia mecánica (a tracción y a compresión) de la roca matriz. Por otra parte el ciclo de trabajo es más corto (no hay voladura ni ventilación de los gases de la explosión), y además la excavación y el sostenimiento son mucho más compatibles cuando se trabaja con rozadoras que cuando la excavación se realiza con tuneladora TBM o por voladuras. Por eso pueden utilizarse rozadoras con roca de mala calidad ($20 < \text{RMR} < 30$) aunque puede resultar más económico el uso de métodos más simples. Los terrenos de clase la ($\text{RMR} > 90$) resultarán en general demasiado duros para su excavación con rozadora.

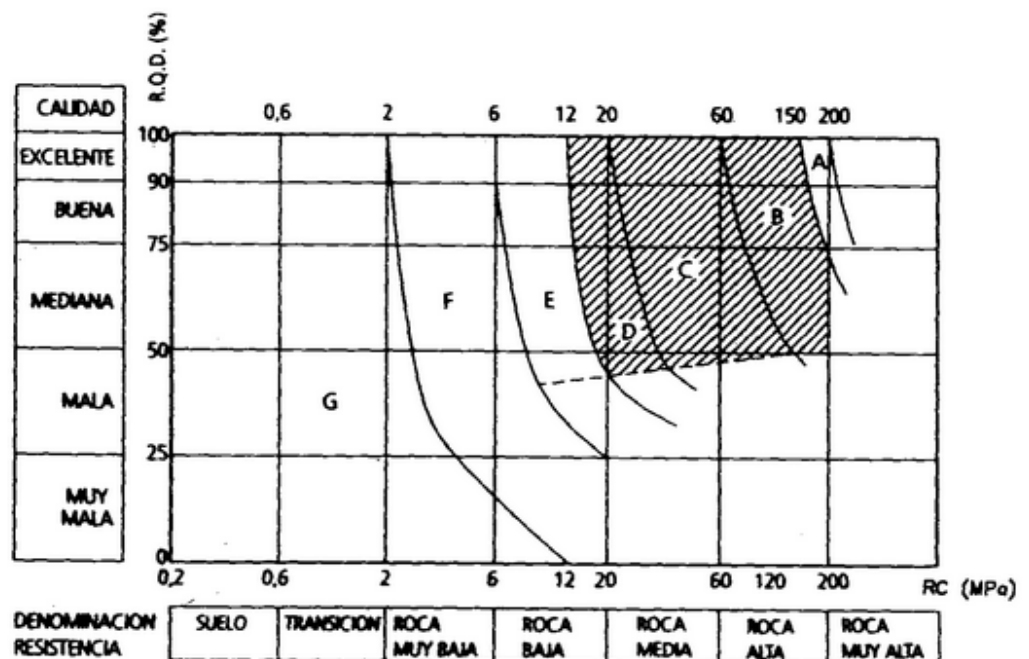


Según los resultados obtenidos en el Anexo II "Geotecnia" el valor RMR medio que encontramos en el macizo rocoso está alrededor de 48. Para estos valores los métodos posibles de excavación serían rozadura o voladuras.

Los valores medios de resistencia a compresión simple de los materiales que aparecen en la excavación el túnel se encuentran a Mpa.

Además de la clasificación RMR otros parámetros a tener en cuenta son la resistencia a compresión simple de la roca y la abrasividad.

Romana, propone la clasificación de la figura siguiente, con indicación de las regiones de aplicación de los diferentes métodos de excavación en función de la resistencia a compresión simple y el RQD.



ZONA	TOPO		ROZADORA			MARTILLO	PALA
	> 25 t	< 25 t	> 80 t	50 - 80 t	< 50 t		
A	Posible ?						
B	Adecuado	Posible ?	Posible ?				
C	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado			
D	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?	*
E	Posible	Posible	Posible	Adecuado	Adecuado	Posible	Posible ?
F				Posible	Adecuado	Adecuado	Posible
G					Posible	Posible ?	Adecuado



Atendiendo a estos criterios nos situaría nuestro terreno dentro de la zona D en la figura anterior, siendo adecuada la excavación mediante rozadora de entre 50 y 80 t.

2. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS QUE INFLUYEN EN LA EXCAVABILIDAD

2.1 RESISTENCIAS MECÁNICAS

Las resistencias mecánicas han sido tradicionalmente muy empleadas para valorar la excavabilidad de las rocas. De ellas, las que más influyen a la hora de excavar un macizo rocoso son las resistencias a compresión y a tracción.

El valor de la resistencia a compresión constituye, en sí mismo, un criterio de valoración de la facilidad de excavación de la roca. Para ello, la ISRM (Asociación Internacional de Mecánica de Rocas) recomienda emplear la siguiente clasificación, basada en la valoración de la resistencia a compresión:

Clase resistente	Resistencia σ_c (MPa)
Muy débil	<1,25
Débil	1,25-5
Moderadamente débil	5-12,5
Moderadamente resistente	12,5- 50
Resistente	50-100
Muy resistente	100-200
Extremadamente resistente	>200

Tabla 2 - Valoración de la resistencia a compresión

En nuestro caso el terreno compuesto por alternancia en paquetes delgados de areniscas y lutitas presenta una resistencia a compresión media en torno a 39 MPa.



2.2 ÍNDICES DE ABRASIVIDAD

Para el siguiente proyecto se utilizan dos índices de abrasividad. Estos índices son necesarios para conocer la rozabilidad de las rocas. Se utilizarán el índice de abrasividad de Schimazek y el de Cerchar.

- AbrasividadSchimazek

Este coeficiente se aplica para estudiar la excavabilidad de los materiales rocosos. La rozabilidad de las rocas puede estimarse de acuerdo al Índice F, también conocido como índice de Schimazek:

$$F_{Schim} = \frac{Q \cdot d_{50} \cdot \sigma_T}{100}$$

Dónde:

F_{Schim} = Índice Schimazek (N/mm)

Q = Contenido en cuarzo equivalente en minerales abrasivos (%)

d_{50} = Diámetro medio del grano de cuarzo (mm)

σ_T = Resistencia a Tracción de la roca ($N/mm^2 = MPa$)

Este índice se determina en laboratorio, a partir de un estudio petrográfico, que proporcionará Q y d_{50} , y ensayos brasileños de resistencia a tracción, que proporcionarán el valor de σ_T .

Una vez obtenido el valor de F_{Schim} podrá evaluarse la abrasividad de la roca, de acuerdo a la tabla que se incluye a continuación (Verhoef, 1997):

ÍndiceSchimazek F_{SCHIM} (N/mm)	Abrasividad
< 0,05	Roca deBaja Abrasividad



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

0,05 – 0,1	Roca de Media Abrasividad
0,1 – 0,5	Roca de Alta Abrasividad
> 0,5	Roca de Extrema Abrasividad

Tabla 3 -Abrasividad de la roca según valor de Fschim

- Abrasividad Cerchar

El índice CAI de abrasividad Cerchar es muy empleado para estudiar la excavabilidad de los túneles.

Este índice se mide directamente en laboratorio, para ello se hace recorrer lentamente sobre 10 mm de roca una aguja de acero de forma cónica sometida a la acción de un peso de 7 kg. Este índice es el diámetro de la superficie circular generado en la aguja de acero en múltiplos de 10^{-4} .

En la tabla siguiente se valora la abrasividad de la roca en función del valor de CAI:

Abrasividad Cerchar (CAI)	Abrasividad
>4,5	Extremadamente Abrasiva
4,5–4,25	Altamente Abrasiva
4,25–4	Abrasiva
4–3,5	Moderadamente Abrasiva
3,5–2,5	Abrasividad Media
2,5–1,2	Poco Abrasiva
<1,2	Muy Poco Abrasiva

Tabla 4 -Relación de la abrasividad con índice Cerchar (CAI)

El CAI es actualmente muy empleado para estudiar la excavabilidad mecánica de los túneles, ya que se ha comprobado que muestra un alto grado de correlación con el consumo de útiles de corte en tuneladoras y rozadoras. Este índice es empleado por Gehring (1997) en su conocido criterio de excavabilidad en túneles.



2.3 CRITERIOS DE EXCAVABILIDAD

En este estudio se aplicará un sencillo criterio para estimar la excavabilidad del túnel mediante medios mecánicos, debido a Gehring (1997), que calcula el producto de la resistencia a compresión σ_c por la abrasividad Cerchar CAI. Este sencillo valor permite, de forma rápida y sencilla, estimar la aplicabilidad de tuneladoras y rozadoras. Según Gehring:

- El terreno es técnica y económicamente excavable mediante rozadoras si:

$$\sigma_c * CAI \leq 100$$

- El terreno es técnica y económicamente excavable mediante tuneladoras si:

$$\sigma_c * CAI \leq 1000$$

Como se ha indicado, este criterio permitirá hacerse una sencilla idea previa sobre la excavabilidad de los diferentes materiales. En el apartado que viene a continuación se realiza su aplicación al litotipo, utilizándose los valores máximos obtenidos en ensayos ya que son éstos los que limitan la rozabilidad de los materiales.

2.4 DISCUSIÓN DE LOS CRITERIOS Y APLICACIÓN A LOS TÚNELES.

En la siguiente tabla se resume las principales propiedades relativas a la excavabilidad del litotipo presente en el trazado del túnel, teniendo en cuenta que el diámetro medio de grano de cuarzo es 0,1 mm y que un 1% representa el contenido de cuarzo y que la resistencia a compresión es 39,9 MPa, se aplica la fórmula para obtener el índice FSchim:

Litotipo	Resistencia		AbrasividadSchimazek		AbrasividadCerchar	
	σ_c MPa	Clase	(*)FSCHIM N/mm	Clase	(*)CAI	Clase



1	39,9	Moderadamente Resistente	0,0399 kN/m	Roca de baja abrasividad	2,30	Poco Abrasiva
---	------	--------------------------	-------------	--------------------------	------	---------------

Tabla 5 - Propiedades del litotipo del trazado del túnel

La aplicación del criterio de excavabilidad de Gehring (1997) al litotipo, teniendo en cuenta que $CAI = 2,30$, obtendríamos que $39 \cdot 2,30 < 100$ por lo que el terreno es técnicamente excavable mediante rozadora.

Según los resultados obtenidos en el Anexo II - "Geotecnia" el valor RMR medio que encontramos en el macizo rocoso está entre 50 y 55. Para estos valores los métodos posibles de excavación serían rozadura o voladuras.

Los valores medios de resistencia a compresión simple de los materiales que aparecen en la excavación del túnel se encuentran alrededor de 39 Mpa.

En resumen, se considera que lo más adecuado es la excavación mediante rozadora ya que los valores del RMR y resistencia a compresión simple obtenidos son adecuados para este método ya que además los valores de rozabilidad encontrados son buenos. Además de esto, otro factor importante para esta elección es la presencia de núcleos de población cercanos, ya que las vibraciones producidas por las voladuras podrían causar daños a estos.

Las ventajas de la rozadora frente a los explosivos son:

- Mayor mecanización.
- Reduce sobre-excavaciones.
- No altera prácticamente las características iniciales de la roca.
- Ausencia de vibraciones.
- Reduce la cuantía del sostenimiento frente al uso de explosivos.
- Mejor adaptación a las fases de excavación (avance y destroza y fases laterales).

Las ventajas de la rozadora frente a la tuneladora son:



- Precios más razonables.
- Mayor flexibilidad para adaptarse a cualquier cambio en el terreno.
- Su instalación es mucho más fácil y económica.
- Menos mano de obra especializada.
- Permite efectuar excavación en fases.
- Se puede utilizar en una amplia gama de secciones.
- En rocas de mala calidad permite un mejor acceso al frente para efectuar los trabajos de sostenimiento.

3. EXCAVACIÓN CON ROZADORA

Se trata de máquinas de excavación que poseen una cabeza rotatoria con picas de fricción, montada sobre un brazo articulado. Arranca pequeños trozos del terreno, de resistencia media a blanda, que se recogen de forma automatizada, normalmente el chasis lleva un sistema de recogida y transporte de escombros. Todo va montado sobre un chasis móvil generalmente de orugas. El chasis sirve de soporte y elemento de ensamblaje de las distintas partes de la máquina. Está montado sobre orugas que garantizan la estabilidad y permiten el desplazamiento por el interior del túnel a unos 300 m/hora.

Hoy en día la excavación de túneles con rozadoras o minadores se realiza generalmente en terrenos de resistencia media-blanda y obras de longitudes pequeñas, inferiores a los dos kilómetros, donde no son rentables los sistemas de sección completa por la reducida dimensión de los proyectos, y en zonas de rocas medias-duras, en competencia con la perforación y voladura, cuando existen restricciones ambientales que impiden la aplicación de ese método.

3.1. SISTEMA DE TRABAJO

3.1.1. ATAQUE PUNTAL

Estas máquinas utilizan el sistema de ataque puntual, en el cual la potencia total del motor de corte y el peso de la máquina (fuerza de reacción) se concentran en una única punta cortadora, lo que permite atacar rocas bastante duras.

3.1.2. SISTEMA DE CORTE

Se suelen distinguir dos sistemas de trabajo según la configuración geométrica del movimiento de la cabeza de corte. Las hay de de cabeza con giro radial (milling) y de cabeza frontal (ripping) con un mayor rendimiento.

- Cabeza de eje longitudinal o axial (milling). En este diseño el eje de giro es perpendicular al frente de excavación, estando las picas montadas sobre una hélice dispuesta en forma similar a la de un sacacorchos. La fuerza de corte se aplica lateralmente, por lo que no se aprovecha todo el peso del equipo como fuerza de reacción.

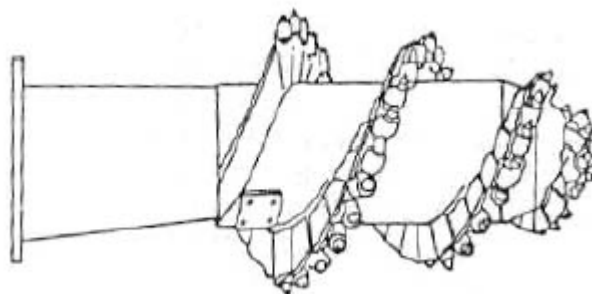


Ilustración 1 - Cabeza de rozadora de eje axial

- Cabeza de eje transversal (ripping). Las cabezas giran alrededor de un eje paralelo al frente. Intervienen tres fuerzas en el arranque por parte de las picas. El par de corte es proporcionado por el motor que acciona la cabeza de corte. La fuerza horizontal se ejerce con el giro del brazo y la fuerza vertical con el peso de la rozadora.

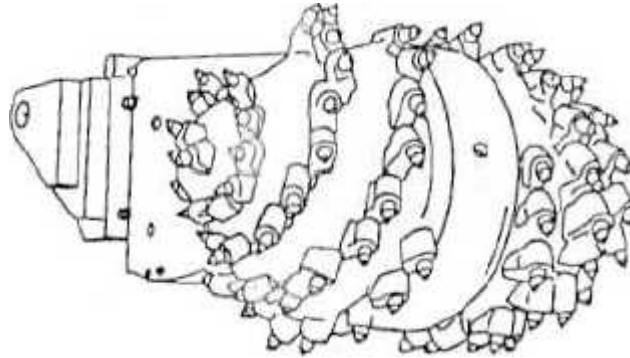


Ilustración 2 - Cabeza de rozadora de eje longitudinal

Ambos sistemas tienen sus ventajas e inconvenientes, y cada uno tiene sus aplicaciones específicas. Existen máquinas en el mercado que permiten la utilización de ambos sistemas con la simple sustitución del cabezal de corte.

Sin embargo, ensayos realizados demuestran que para un motor de corte de las mismas características, el rendimiento de rozado aumenta hasta un 30% utilizando el sistema Rippmg.

En minería puede tener una buena aplicación el sistema Milling, ya que, al ser el cabezal de corte de dimensiones más reducidas, permite su utilización en capas estrechas de mineral que puede ser rozado sin afectar a la roca encajante.

Sin embargo, cuando se trata de excavar rocas duras, las ventajas se inclinan hacia el sistema Ripping.

3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ROZADORAS

Las rozadoras se clasifican por su peso, dado que la fuerza que ejerce la cabeza contra la roca es contrarrestada únicamente por el peso de la máquina. De este modo, a mayor peso mayor será la capacidad de la rozadora para excavar rocas más resistentes, y por tanto irá dotada de mayor potencia de corte.

Clase de Rozadora	Intervalo de Pesos (t)	Intervalo de Potencia de Corte (kW)	Resistencia a Compresión (MPa)
Ligera	8 – 40	50 – 170	20 – 40
Mediana	40 – 70	160 – 230	40 – 60
Pesada	70 – 100	250 – 300	50 – 70
Muy Pesada	>110	350 - 400	80 - 110

Tabla 6 - Clasificación de las rozadoras



3.3. ELECCIÓN DE LA ROZADORA

El peso y la potencia de una rozadora dependen en gran medida de la resistencia a compresión de la roca a excavar. Esto es debido a que el peso constituye la reacción necesaria para producir el empuje sobre el frente de arranque.

Para una potencia primera estimación de la potencia mínima instalada en la cabeza de corte puede usarse la siguiente expresión:

$$Potencia(kW) = 0,87 * RC^{1,18}(MPa)$$

La potencia disponible en la cabeza de corte para producir el giro de ésta en el arranque es una condición necesaria pero no suficiente.

Utilizando la clasificación anterior y conociendo las características de la roca a excavar se utilizará una rozadora de tipo medioy cabeza de corte tipo ripping por su mejor rendimiento.

4. MÉTODO DE EXCAVACIÓN

Dada su gran versatilidad, los modos de operación de las rozadoras son muy variados: desde la excavación a plena sección hasta la excavación en secciones múltiples, con sofisticadas secuencias de fases. La geometría y las características geotécnicas de la roca son las que condicionan el método más adecuado a seguir.

Tradicionalmente en el caso de grandes secciones, superiores a 50 m², como las requeridas en túneles carreteros el método de excavación utilizado es el de excavación por fases.

A la primera fase se la denomina avance y a las siguientes destroza. La destroza puede excavar a su vez en una única fase o en dos: banco central y bataches laterales.

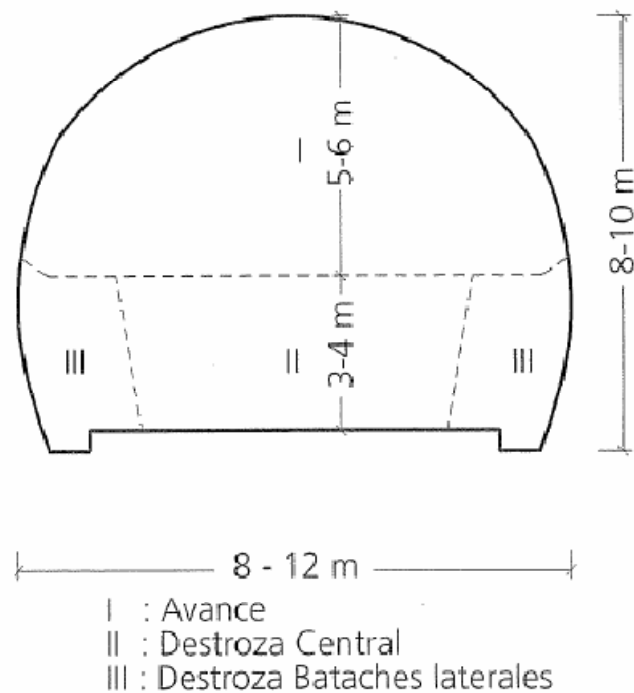


Ilustración 3 - Esquema de excavación en avance y destroza

El desfase entre una fase y la siguiente depende, tanto de criterios constructivos (movimiento de las máquinas, rampas), como de criterios geotécnicos. Para garantizar que la excavación de una fase no influye en la anterior deben estar separadas como mínimo tres o cuatro diámetros.

El método que se utilizara en la construcción del presente túnel será el de avance y destroza ya que es adecuado para la sección y características del terreno. Las ideas fundamentales de este método son:

- La zona de roca que circunda al túnel interviene en la estabilidad de la excavación y es el principal elemento del que depende ésta. Es decir, es la propia roca la que se autosostiene, ya que forma un arco de descarga en torno al túnel que transmite las tensiones a ambos lados de éste.
- Como consecuencia de lo señalado en el punto anterior, conviene mantener inalteradas, en la medida de lo posible, las características de la roca que rodea al túnel. Para ello es beneficioso emplear cualquier técnica de excavación mecánica o, en su defecto, técnicas que suavicen el efecto de las voladuras sobre la roca: recorte, precorte, etc.



- Para facilitar la distribución de tensiones en el anillo de roca que rodea al túnel, se definen las secciones tipos con formas redondeadas, evitando los puntos angulosos.
- El sostenimiento se colocará de forma que deje deformarse al terreno, siempre dentro de la estabilidad del túnel, con objeto de que la roca desarrolle su capacidad autoportante. La carga que va a soportar el sostenimiento dependerá pues del momento en que se coloque tras la excavación.
- En la etapa de proyecto se diseñan varios tipos de sostenimientos a aplicar, según sea la calidad de la roca. Durante la obra los sostenimientos se optimizan con la información que aporta la instrumentación del túnel.
- Inmediatamente tras la excavación se coloca un sostenimiento primario que estabiliza al túnel. Más adelante, se coloca el revestimiento definitivo de hormigón encofrado.

4.1. FASES DE EXCAVACIÓN

El túnel del proyecto tiene una anchura máxima aproximada de 10 m y una altura de unos 8,5 m. El esquema de excavación utilizado para estas secciones (90m²) aconseja excavar mediante fases.

4.1.1. AVANCE

También denominada calota, es la mitad superior de la sección de la galería (zona de bóveda). La sección de excavación de esta fase tiene una altura desde clave de 5 m, suficiente para la correcta movilidad de la maquinaria necesaria.

Una vez terminada la excavación de un pase, se coloca el sostenimiento primario. La instalación de este sostenimiento primario se lleva con un desfase máximo de dos metros respecto a la excavación, que ha sido previamente sellada y regularizada mediante una capa de 5 cm. de espesor de hormigón proyectado. Es importante en cualquier caso evitar descubiertas mayores del pase de avance de frente.

Posteriormente se proyecta hormigón a la bóveda para prepararla al revestimiento definitivo. Todo el proceso requiere una medición sistemática de la deformación del sostenimiento para tomar las medidas correctoras que fueran necesarias.

4.1.2. DESTROZA

Es la mitad inferior de la sección del túnel (los 3,40 m. que quedan, aproximadamente). Esta fase se comenzará a excavar como máximo 30 m. por detrás de la fase de avance. La excavación de la destroza se subdivide en bataches, de modo que, en primer lugar se excavará una mitad de la sección, se sostendrá su hastial, para a continuación excavar la otra mitad y sostener el hastial restante.

5. DESESCOMBRO

En los túneles carreteros donde las secciones de excavación son grandes (entre 80 y 110 m² generalmente) el volumen de escombros es importante. Esto hace que no se usen en general sistemas de transporte mediante cintas o vagonetas, sino los sistemas mediante maquinaria sobre neumáticos.

Se utilizará para el desescombro del túnel dos camiones dumper, y una pala cargadora de 3m³ para la carga de los camiones.

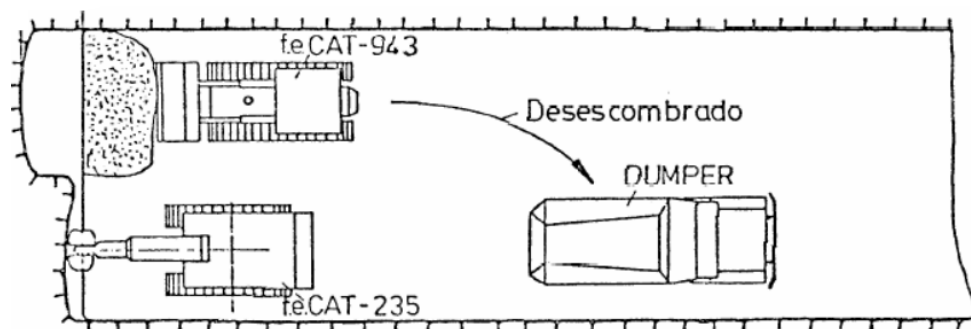


Ilustración 4 – Esquema de desescombro



ANEJO VIII

SOSTENIMIENTO



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CLASIFICACIÓN DE BIENIAWSKI.....	5
3. CLASIFICACIÓN DE BURTON.....	9
4. SOSTENIMIENTO	11
4.1. Elementos del sostenimiento	11
4.1.1. Hormigón proyectado.....	11
4.1.2 Mallazo	12
4.1.3 Bulonado.....	12
4.1.4 Cerchas	12
4.2. Secciones Tipo	13
4.2.1. Sección Tipo 1	13
4.2.2. Sección Tipo 2	13
5. TRAMIFICACIÓN DEL SOSTENIMIENTO	14



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Clasificación RMR.....	5
Tabla 2 - Recomendaciones indicativas para la excavación y sostenimiento de túneles excavado en roca (Bieniawski1989)	6
Tabla 3 - Subdivisión RMR propuesta por Romana.....	6
Tabla 4 - Recomendaciones de sostenimiento a partir de la subdivisión RMR de Romana	7
Tabla 5 – Sostenimiento en función del RMR	8
Tabla 6 - Categorías de sostenimiento en función del índice Q	9
Tabla 7 - Sostenimiento según índice Q	10
Tabla 8 - Tramificación del sostenimiento	14

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Abaco para la estimación del sostenimiento (Barton).....	9
--	---



1. INTRODUCCIÓN

El sostenimiento se refiere a los elementos estructurales de sujeción del terreno aplicados inmediatamente después de la excavación del túnel, con el fin de asegurar su estabilidad durante la construcción y después de ella, así como garantizar las condiciones de seguridad.

Las clasificaciones geomecánicas constituyen actualmente un método fundamental para la caracterización geomecánica de los macizos rocosos, ya que permiten obtener parámetros de resistencia y deformabilidad del macizo y estimar los sostenimientos de un túnel.

Las clasificaciones geomecánicas más utilizadas en túneles son la RMR y la Q. Si bien ambas fueron desarrolladas para estimar sostenimientos, el parámetro RMR se ha ido consolidando como un índice geomecánico para la evaluación de las propiedades del macizo rocoso, usándose igualmente para la evaluación del sostenimiento.

El uso generalizado de las clasificaciones RMR y Q desde la década de los setenta, es una prueba evidente de su utilidad, aportando un nuevo concepto al análisis y a la caracterización de los macizos rocosos.

Del análisis comparado entre los sostenimientos utilizados en obra y los recomendados por las clasificaciones se deducen los siguientes resultados (González de Vallejo. 2003):

- En rocas de calidad buena y media (RMR I, II, III) se debe usar RMR o Q, indistintamente.
- En rocas de calidad mala o media (V, IV, III) con matriz blanda y tensiones importantes, la clasificación SRC se ajusta sensiblemente mejor que la RMR al comportamiento observado en obra, no disponiéndose de estudios comparados con el índice Q, recomendándose SRC en estas condiciones.

En el presente proyecto las calidades de la roca que aparecen son media y buena (Clases II, III), por lo que se utilizará la clasificación RMR de Bieniawski para la



elección del sostenimiento que se usará en el túnel, a partir de los datos expuestos en el Anejo nº 4: Geotecnia.

2. CLASIFICACIÓN DE BIENIAWSKI

Las recomendaciones de Bieniawski (versión 1989, que no ha sido modificada después) incluyen los siguientes puntos:

a) Excavación

- Partición de la sección, longitud de pase y tiempo y distancia de construcción del sostenimiento

b) Bulonado

- Situación, longitud, espaciamiento y uso de mallazo

c) Hormigón proyectado

- Situación y espesores

d) Cerchas metálicas

- Requerimiento, tipo y espaciamiento. Necesidad de forros, paraguas y contrabóvedas.

Con el valor del RMR, entramos en la clasificación de Bieniawski, para caracterizar la calidad del terreno:

RMR	81 – 100	61 – 80	41 – 60	21 – 40	< 20
CLASE	I	II	III	IV	V
DESCRIPCIÓN	Muy Bueno	Bueno	Medio	Malo	Muy Malo

Tabla 1 - Clasificación RMR

Como ya hemos visto, en el terreno atravesado por el túnel es de clase III.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

CLASE	RMR	EXCAVACIÓN (PASE)	SOSTENIMIENTO		
			BULONES (Longitud en m)	HORMIGÓN PROYECTADO	CERCHAS METÁLICAS
I Muy buena	81-100	Sección completa (3 m)	Ocasionalmente	No necesario	No necesarias
II Buena	61-80	Sección completa (1-1.5 m). Sostenimiento terminado a 20 m del avance	Localmente en clave. L = 3 m. Espaciados a 2.5 m con mallazo ocasional	50 mm en clave donde sea necesario	No necesarias
III Media	41-60	Avance y destroza (1.5-3 m en avance). Sostenimiento empezado en el frente y terminado a 10 m del frente	Sistemáticamente en clave y hastiales. L = 4 m. Espaciados 1.5 a 2.0 m. Mallazo en clave.	50-100 mm en clave. 30 mm en hastiales.	No necesarias
IV Mala	21-40	Avance y destroza (1.0-1.5 m en avance). Sostenimiento empezado simultáneamente con la excavación y hasta 10 m del frente	Sistemáticamente en clave y hastiales. L = 4 a 5 m. Espaciados a 1.0-1.5 m. Con mallazo.	100-150 mm en clave. 100 mm en hastiales.	Ligeras a medias, espaciadas a 1.5 m donde sea necesario
V Muy mala	1-20	Galerías múltiples. (0.5-1.5 m en avance). Sostenimiento simultáneo con la excavación. Hormigón proyectado inmediatamente después de la voladura.	Sistemáticamente en clave y hastiales. L = 5-6 m. Espaciados a 1.0-1.5 m. Con mallazo. Bulonar la contrabóveda.	150-200 mm en clave. 150 mm en hastiales. 50 mm en el frente.	Medias a pesadas, espaciadas a 0.75 m, con forro y longarinas donde sea necesario. Contrabóveda

Notas (de BIENIAWSKI): Sección del túnel en herradura. Ancho 10 m. Tensión vertical < 25 MPa. Excavado por voladuras.

Tabla 2 - Recomendaciones indicativas para la excavación y sostenimiento de túneles excavado en roca (Bieniawski1989)

Para una mejor elección del sostenimiento, según Manuel Romana, es recomendable hacer una subdivisión de la clasificación de Bieniawski, ya que cada clase abarca un intervalo demasiado amplio.

La subdivisión propuesta es la siguiente:

RMR	MODIFICADO		BIENIAWSKI ORIGINAL	
	CLASE	DENOMINACIÓN	DENOMINACIÓN	CLASE
100	Ia	EXCELENTE	MUY BUENA	I
90	Ib	MUY BUENA		
80	II a	BUENA A MUY BUENA	BUENA	II
70	II b	BUENA A MEDIA		
60	III a	MEDIA A BUENA	MEDIA	III
50	III b	MEDIA A MALA		
40	IV a	MALA A MEDIA	MALA	IV
30	IV b	MALA A MUY MALA		
20	V a	MUY MALA	MUY MALA	V
10	V b	PÉSIMA		

Tabla 3 - Subdivisión RMR propuesta por Romana



Se presentan a continuación unas recomendaciones para la elección del sostenimiento a partir del RMR y la subdivisión anterior:

RMR	CLASE	BULONADO			HORMIGÓN PROYECTADO			ARMADURA		CERCHAS		MÉTODOS		
		L (m)	b/m2	s' (m)	e (cm)	CAPAS	SELLADO	MALLAZO	FIBRAS	TIPO	S' (m)	ESPECIALES		
100														
	I a	-	-	-	-	-	-	SENCILLO OCASIONAL			TH-21 TH-29 HEB		BERNOLD PARAGUAS	
90	I b	2/3	0.10	Ocasional	2	Ocasional	No					No		
80	II a	3	0.10/-0.25	Ocasional	5	1	Ocasional					No		
70	II b	3	0.25/0.44	2 x 2/1.5 x 1.5	6-10	1/2	Si					No		
60	III a	3/4	0.44/0.66	1.5 x 1.5/1 x 1.5	8-15	2/3	Si					Ocasional		
50	III b	4	0.66/1	1 x 1.5/1 x 1	12-20	2/3	Si	SENCILLO OCASIONAL				1.5		
40	IV a	4/4.5	0.80/1	1 x 1.25/1 x 1	16-24	3	Si					1		
30	IV b	4.5/5	1	1 x 1	20-30	3	Si					0.75/1		
20	V a	-	-	-	30-40	3/4	Si	DOBLE				0.5/0.75		
10	V b	SISTEMAS ESPECIALES												
0														

- Notas:** 1. Las unidades para el bulonado son: L, longitud en metros (m); densidad en bulones por m² (b/m²) y s, espaciado en metros (m)
 2. La unidad para e, espesor mínimo de hormigón proyectado, es el centímetro (cm). No se ha tenido en cuenta la sobreexcavación.
 3. El número de capas de hormigón proyectado incluye la capa de sellado
 4. La unidad para S, separación entre cerchas, es el metro (m).
 5. Las líneas continuas indican que el método es apropiado para el intervalo y se usa frecuentemente
 6. Las líneas indican que el método es posible para el intervalo y se usa a veces.

Tabla 4 - Recomendaciones de sostenimiento a partir de la subdivisión RMR de Romana



Considerando las recomendaciones anteriores tenemos que para un valor RMR 48 el sostenimiento a utilizar sería el siguiente:

RMR	50 (clase IIIa)
Sostenimiento	Bulonado sistemático de 3-4 m. con separaciones de 1 a 1,5 m. en bóveda y hastiales. Mallazo en bóveda. Gunitado de 8 a 15 cm. en la bóveda y 3 cm. en los hastiales. No necesita cerchas (Ocasionalmente).
Tiempo de estabilidad	10 días
Longitud de pase	2 m.

Tabla 5– Sostenimiento en función del RMR

ENTRE EL PK147 Y EL PK150

3. CLASIFICACIÓN DE BURTON

En función al tipo de roca, y la dimensión del túnel, Barton presenta un método “empírico” para estimar los soportes en un túnel, que varía desde anclajes ocasionales, hormigón proyectado con y sin malla metálica hasta hormigón moldeado con acero de refuerzo, para este fin utilizamos el siguiente ábaco:

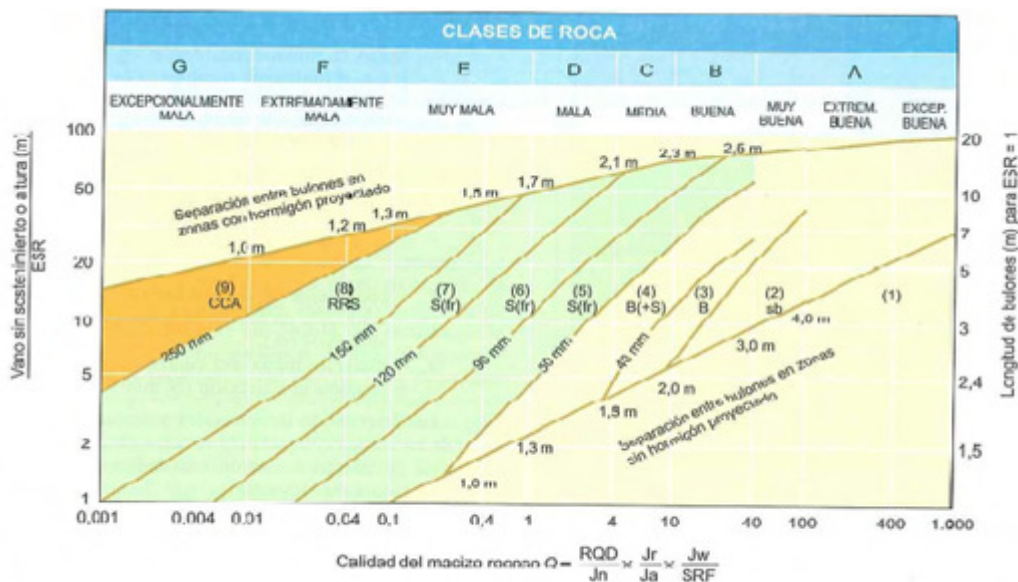


Ilustración 1- Abaco para la estimación del sostenimiento (Barton)

CATEGORÍAS DE SOSTENIMIENTO	SOSTENIMIENTO PROPUESTO
1	Sin sostenimiento
2	Bulonado puntual
3	Bulonado sistemático
4	Bulonado sistemático con hormigón proyectado
5	Hormigón proyectado con fibras, 50 – 90mm, y bulonado
6	Hormigón proyectado con fibras, 90 – 120mm, y bulonado
7	Hormigón proyectado con fibras, 120 – 150mm, y bulonado
8	Hormigón proyectado con fibras, >150mm con bulonado y cerchas metálicas
9	Revestimiento de hormigón

Tabla 6 - Categorías de sostenimiento en función del índice Q



Para el cálculo de la carga actuante sobre el túnel si tiene las siguientes consideraciones:

1) Valor del índice Q (varía entre 0.001 a 1000). En nuestro caso es $Q = 1,8$

2) Diámetro equivalente de la excavación;

$$De = \text{luz libre (ancho o alto del túnel)} / ESR$$

ESR está valorado para diferentes tipos de excavación:

- Excavación temporal para minería ESR = 3 a 5
- Excavación minera permanente, túneles de aducción de agua (excepto túnel a presión), túnel piloto ESR = 1.6
- Túneles menores para camino o ferrocarril, túnel de acceso ESR = 1.3
- Central hidroeléctrica, túneles importantes para carretera o ferrocarril ESR = 1.0
- Central nuclear subterránea, estación de ferrocarril, fábricas ESR = 0.8

3) Longitud de los clavos: $L = (2 + 0.15 b) / ESR$ (m) donde: b es el ancho de la excavación (m)

4) Máximo vano sin sostener: Longitud de pase = $2 ESR Q^{0.4}$ (m)

5) Carga de roca en el techo: $P_r = \frac{2}{J_r \sqrt[3]{Q}}$ (kg/cm²)

6) Carga de roca en hastiales: para $0,1 < Q < 10$ $P_h = 2,5Q$

INDICE Q	1,8
SOSTENIMIENTO	$P_{BÓVEDA} = 2,70 \text{ kg/cm}^2$ $P_{HASTIALES} = 2,00 \text{ kg/cm}^2$ Máximo vano sin sostener (F) = 2 – 2,5 m
TIPO DE SOSTENIMIENTO	Diámetro equivalente del túnel (B) 10 m. ESR : 1,0 12 cm. de hormigón proyectado con fibras y bulones sistemáticos de 3,5 m. de longitud, cada 1,50 m., pretensados.

Tabla 7 - Sostenimiento según índice Q



4. SOSTENIMIENTO

A continuación se definen los elementos que componen el sostenimiento así como el tipo de sostenimiento utilizado en cada una de las secciones tipo en las que se ha dividido el túnel.

4.1. ELEMENTOS DEL SOSTENIMIENTO

El sostenimiento proporciona al túnel el principal elemento de estabilización, cumpliendo los siguientes objetivos:

- Evitar que el terreno pierda sus propiedades resistentes.
- Evitar el desprendimiento de cuñas o zonas sueltas del terreno por el proceso de excavación.
- Limitar las deformaciones en la cavidad creada.
- Controlar las filtraciones y proteger las rocas frente a la meteorización.
- Proporcionar seguridad a las personas e instalaciones.

4.1.1. HORMIGÓN PROYECTADO

El hormigón proyectado por vía húmeda se ha ido imponiendo paulatinamente al de vía seca, por las siguientes razones:

- Es de mayor calidad
- La producción de polvo es mucho menor
- Se produce un menor índice de rebote

También hay que destacar el notable progreso que se ha producido en la maquinaria de hormigón por vía húmeda que permiten alcanzar rendimientos efectivos de proyección comprendidos entre 7 y 10 m³/h.

Por eso para la realización del túnel se ha decidido utilizar hormigón proyectado por vía húmeda.



4.1.2 MALLAZO

Tradicionalmente el hormigón proyectado se asocia al uso, como elemento de refuerzo, de malla electrosoldado con luces de 150mm y redondos de 4mm.

También existe la posibilidad de utilizar fibras de acero pero este presenta una serie de desventajas como es el control del mismo en obra: tanto del espesor de hormigón como de la dosificación efectiva de las fibras de acero.

Por eso para la realización del túnel se ha decidido utilizar malla electrosoldada

4.1.3 BULONADO

La colocación de bulones o anclajes de barra, tanto activos como pasivos, es una técnica de sostenimiento y refuerzo de túneles que tiene el objetivo de evitar grandes desprendimientos y que se realiza mediante la cosida de macizos rocosos con fisuras, sujeción de bloques individuales y grandes masas en general.

Se ha decidido utilizar bulones swellex ya que no es necesario anclarlos en el terreno. Estos poseen una goma en el interior de la barra de acero los cuales inyectando agua en presión se hinchan y quedan comprimidos contra el terreno.

A pesar de ser más caros se ha decidido utilizar dicho tipo por mayor facilidad constructiva, ser mejores en terrenos con peores características y por no romper frágilmente.

Por eso para la realización del túnel se ha decidido utilizar un bulonado sistemático.

4.1.4 CERCHAS

Las cerchas son perfiles de acero laminados en forma de arco que ejercen una función resistente cuando trabajan en contacto con el terreno por tanto se han de colocar en contacto con el mismo a lo largo de toda su longitud y firmemente apoyadas en el suelo.

Es frecuente el uso de cerchas en macizos rocosos de calidad media ($RMR < 50$). El tipo de cercha depende tanto de la calidad del macizo rocoso como del ancho del túnel. Se consideran cerchas ligeras las TH-21, y medias a pesadas las TH-29 y las



HEB. En túneles de 5 / 6 m de ancho se utilizarían las cerchas TH-16 como ligeras y las TH-21 como pesadas.

En la construcción del túnel ha decidido utilizar cerchas ligeras TH-21 en las zonas de emboquille.

4.2. SECCIONES TIPO

Se define a continuación el sostenimiento a utilizar en cada una de las secciones tipo del túnel.

4.2.1. SECCIÓN TIPO 1

Se utiliza en la zona interior del túnel, en la que el valor RMR se encuentra en valores próximos a 50 y la montera es suficiente.

- Capa de sellado con un espesor de 5 cm. de hormigón.
- Bulonado sistemático con bulones de 3,50 m. de longitud, separaciones de 1,50 m., pretensados.
- 10 cm. de hormigón proyectado con mallazo.
- Longitud de pase: 3 m. para un tiempo de estabilidad de 10 días.
- Solera sistemática de hormigón HM-25

4.2.2. SECCIÓN TIPO 2

Se utiliza en los primeros metros de excavación después de la zona de emboquille, ya que en estas zonas el recubrimiento es menor y existe posibilidad de encontrar materiales en peores condiciones. El valor en estas zonas se encuentra entre 40 y 50.

- Capa de sellado con un espesor de 5 cm. de hormigón.
- Bulonado sistemático con bulones de 4,50 m. de longitud, separaciones de 1 m, pretensados.
- 15 cm. de hormigón proyectado con mallazo.
- Cerchas ligeras (TH-21) separadas 1,5 m.



- Solera sistemática de hormigón Hm-25

5. TRAMIFICACIÓN DEL SOSTENIMIENTO

TRAMOS	LONGITUD (m)	SOSTENIMIENTO
Tramo 1	72	ST-2
Tramo 2	109	ST-1
Tramo 3	61,5	ST-2
Tramo 4	306	ST-1
Tramo 5	19	ST-2
Tramo 6	53.5	ST-1
Tramo 7	19	ST-2

Tabla 8 - Tramificación del sostenimiento



ANEJO IX

EMBOQUILLES



ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS DEL EMBOQUILLE	4
1.1. Excavación	8
2. TRATAMIENTO DEL TALUD FRONTAL	9
2.1. Paraguas	9
2.2. Bulones	10
2.3. Hormigón proyectado	11
2.4. Red	11
2.5. Mallazo	12
2.6. Drenaje del talud frontal	12
2.7. Perfilado de la zona superior del talud frontal	12
2.8. Visera de protección	12
3. TRATAMIENTO DE LOS TALUDES LATERALES	13



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Recomendaciones de emboquille según Romana.....	7
--	---

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Paraguas de micropilotes	6
--	---



1. CARACTERÍSTICAS DEL EMBOQUILLE

El emboquille de una obra subterránea es la intersección entre el plano del talud y el plano en el que se sitúa el avance de la sección de excavación con la consideración de túnel, y se conoce como “emboquille” o “boquilla”. Las boquillas constituyen unas de las zonas más críticas de los túneles al estar situadas, generalmente, en laderas y tener un pequeño espesor de recubrimientos. La zona de emboquille consta de:

- Los taludes de excavación (frontal y laterales), que pueden ser permanentes o temporales si posteriormente se rellena la excavación, previa a la construcción de un falso túnel.
- El inicio del túnel, formado por la zona de transición del talud frontal y los primeros metros del interior del túnel.

Las boquillas causan situaciones de gran dificultad debido fundamentalmente a la estabilidad de los taludes de emboquille, y a la propia estabilidad de la zona más exterior del túnel.

En cuanto a las inestabilidades de los taludes, se corresponden con los fenómenos siguientes:

- Desprendimientos.
- Deslizamientos de planos.
- Deslizamientos rotacionales.
- Cuñas de roca.
- Vuelco de estratos.

Los medios más usuales para la corrección de las inestabilidades de taludes son:

- Modificación de la geometría. Es la solución más económica, y para realizarla se suelen utilizar bermas intermedias, escolleras,



descabezado, tacones de hormigón, o también haciendo los taludes más tendidos.

- Drenaje. Con el fin de disminuir el contenido de agua del terreno, que favorece la inestabilidad, se suelen usar drenes horizontales o verticales y cunetas perimetrales.
- Anclajes. Proporcionan fuerzas contrarias a la inestabilidad, evitándose así que se produzcan deslizamientos. Suelen emplearse sólo cuando la roca es resistente, o junto con otros métodos, como los muros de contención cuando la roca es blanda.

Los primeros metros de los túneles presentan unos condicionantes especiales que complican su ejecución. Al ser las zonas más cercanas a la superficie, la roca está más fracturada y meteorizada, de este modo se necesitará un sostenimiento más potente, pues cualquier tipo de desprendimiento puede alcanzar a la superficie del terreno, y es en esta zona donde se pueden enlazar las inestabilidades del túnel con las del talud frontal al tener la cobertera escaso espesor.

En tramos del túnel donde éstos están poco profundos, como sucede en los emboquilles, no se puede desarrollar suficientemente efecto de corona o bóveda en los materiales que quedan por encima de la excavación, es decir, se desarrollan fuertes tensiones tangenciales según líneas subverticales que, partiendo de los bordes de la excavación, pueden agotar la resistencia al corte del terreno.

Por estos motivos, en los emboquilles se suelen emplear sostenimientos especiales, a continuación se describe el método propuesto para este túnel en concreto:

PARAGUAS DE MICROPILOTES: Se suelen emplear junto con el sistema Bernold en los primeros 15 o 20 m de la sección de emboquillado. Consisten en una serie de perforaciones en las que se introduce un tubo de acero y se rellenan con lechada de cemento. Las radiaciones de micropilotes subhorizontales se van solapando sucesivamente, creando sobre la bóveda una especie de forjado troncocónico. Los micropilotes trabajan a flexión, por empotramiento en el terreno más allá del frente de excavación de cada momento y, eventualmente, en el revestimiento. Con esa forma de trabajo sostienen el terreno por encima de la excavación y limitan mucho

sus deformaciones. En la mayoría de las obras los extremos de los paraguas de micropilotes se recogen en un anillo de hormigón, que contornea el perímetro del túnel. De esta forma, se les dota de un cierto empotramiento en ese extremo, haciendo trabajar a torsión al anillo. En ocasiones se emplea con frecuencia un sistema de apoyo o empotramiento de los micropilotes, que proporciona mayor seguridad. Se dejan sobresalir unos 4 m por fuera del plano de emboquille; esa longitud de los tubos se apoya en unas cerchas metálicas exteriores con la forma del túnel, que se revisten de hormigón formando una visera de apoyo del paraguas de micropilotes, que puede servir también de protección frente a pequeños desprendimientos del talud frontal.



Ilustración 1 - Paraguas de micropilotes

Por tanto, las bocas de los túneles son un punto con riesgo a considerar tanto en la construcción como en la explotación.

Los taludes laterales deben tratarse de la misma forma que en el resto de la traza.

En cuanto al talud frontal son frecuentes los problemas de estabilidad, con caídas parciales o incluso roturas generalizadas. Especialmente los problemas de vuelco de estratos suelen sorprender durante la ejecución. Y así como en un talud normal el vuelco suele ser un proceso lento que rara vez es catastrófico, en los taludes frontales de las bocas de los túneles el vuelco desorganiza la masa rocosa situada sobre la clave del túnel y daña las medidas de emboquille construidas previamente.



Para la realización de los emboquilles del presente túnel se utilizarán las recomendaciones propuestas por M. Romana.

Las recomendaciones que se presentan tratan de resumir la buena práctica actual española en el campo de los emboquilles. Dado el riesgo que para la obra supone un accidente en la boquilla del túnel la buena práctica es conservadora. El incremento de coste que esto supone es muy pequeño comparado con el coste de cualquier incidente (y de la parada de obra que suele conllevar). Además es preciso tener en cuenta la seguridad del personal de ejecución, que permanece en las inmediaciones de la boca más tiempo que en cualquier otro punto de la obra.

RECOMENDACIONES DE EMBOQUILLE DE TÚNELES (ROMANA, 2000)

CLASIFICACIÓN		EXCAVACIÓN		TRATAMIENTO DEL TALUD FRONTAL				
RMR	CLASE	PARTICIÓN DE EMBOQUILLE	PARAGUAS	BULONES			HORMIGÓN PROYECTADO (cm)	RED /MALLA
				L (m)	b/m ²	s (m)		
100		SECCIÓN COMPLETA CALOTA Y DESTROZA GALERÍA CENTRAL GALERÍAS MÚLTIPLES CONTRABÓVEDA						
	I a		Opcional	No	No	No	No	Opcional
90								
	I b		Opcional	3 / 4	<0.10	Ocasional	No	Si
80								
	II a		Ligero	3 / 4	0.11	3 x 3	No	Si
70								
	II b		Ligero o medio	3 / 4	0.25	2 x 2	Ocasional	Si
60								
	III a		Medio	4	0.44	1.5 x 1.5	Ocasional	Si
50								
	III b		Medio	4/5	0.70	1.2 x 1.2	Ocasional	Si
40								
	IV a		Medio	5/6	1.00	1 x 1	0.10-0.15	No
30								
	IV b		Pesado	6	1.50	0.8 x 0.8	0.15-0.20	Mallazo opcional
20								
	V a		Pesado	No	No	No	0.20-0.25	Mallazo simple o doble
10								
	V b		Pesado	No	No	No	0.25-0.30	Mallazo doble
0								

Tabla 1- Recomendaciones de emboquille según Romana

Romana propone una corrección de la clasificación RMR para la zona del emboquille basada en la corrección de Q de la clasificación de Barton, mediante la conocida fórmula:



$$RMR = 9 \ln Q + 44$$

De donde se obtiene:

$$RMR_b = 9 \ln Q_b + 44 = RMR - 9 \ln 5 \text{ a } RMR - 15$$

Esta corrección equivale a casi la reducción de una clase en la clasificación Bieniawski.

Aplicando lo anterior y la subdivisión del RMR que propone Romana, el macizo rocoso en la zona de los emboquilles queda clasificado en la clase IIIb con valores RMR entre 40 y 50.

1. 1.1. EXCAVACIÓN

El uso de la maquinaria convencional de excavación de túneles requiere alturas libres no menores de 5 ó 5,5 m. Por lo tanto los túneles de hasta 6 ó 7 m de ancho suelen excavarse a sección completa. En los túneles de ancho mayor (como son todos los túneles de carretera y/o de vía doble) puede plantearse la excavación a sección completa (que tiende a realizarse cada vez más) o a sección partida.

Las recomendaciones se refieren solo a la zona de emboquille. Para masas rocosas de buena calidad ($RMR > 70$) parece recomendable emboquillar a sección completa, si la excavación va a continuarse también a sección completa. Para masas rocosas de media calidad ($30 < RMR < 70$) el sistema habitual es la sección partida en dos: avance y destroza. Para masas rocosas de calidad mala ($30 > RMR$) es más conveniente el emboquille por galerías múltiples, con construcción de contrabóveda robusta para finalizar la sección. La galería central de avance se excava por delante de la calota (al menos unos metros) y proporciona una seguridad adicional, incluso cuando se emboquilla a sección partida y la calidad del macizo rocoso es media a baja ($50 > RMR$).

En este caso por lo tanto el método escogido para la excavación consiste en una sección dividida en avance y destroza.



2. TRATAMIENTO DEL TALUD FRONTAL

El talud frontal tendrá estará compuesto por un talud mixto, ya que es recomendable cuando los primeros metros de túnel no tienen demasiada montera.

El talud tendrá pendiente 1H:5V hasta 5 metros por encima de la clave del túnel y a partir de ahí se suavizará con una pendiente 2H:3V.

2.1. PARAGUAS

El paraguas es siempre una buena práctica y se recomienda cuando la calidad del macizo rocoso no es muy buena ($80 > \text{RMR}$).

Hay muchas clases de paraguas pero por simplicidad se han considerado solo tres tipos:

a) Paraguas ligero ($60 < \text{RMR}$)

Constituido por bulones de ϕ 32 y 6 metros de longitud colocados dentro de una perforación de $2^{1/2}$ " (67 cm). El espacio entre la barra y la perforación se rellena con lechada de cemento. La longitud máxima es de 9 m y las barras son únicas sin solapes ni prolongaciones. La distancia usual entre las perforaciones varía entre 0.5 y 1 m.

b) Paraguas medio ($30 < \text{RMR} < 70$)

Constituido por micropilotes de tubo metálico de diámetro exterior igual o inferior a 90 mm y espesor igual o inferior a 7 mm. Estos tubos se introducen en perforaciones de diámetro inferior a 6" (150 mm) y se rellenan interiormente y exteriormente con mortero, que puede aplicarse con una ligera presión. La distancia entre ejes de micropilotes oscila entre 40 y 70 cm. La longitud de estos paraguas varía entre 9 y 20 m. Para longitudes mayores de 9 m es preciso adicionar tubos por un sistema de rosca macho-hembra (la resistencia a flexión disminuye mucho en la sección roscada) o con manguitos exteriores. Generalmente los micropilotes asoman algo en cabeza y se arriostran con una viga armada de directriz curva, paralela al límite teórico de la sección de emboquille.



c) Paraguas pesado (RMR < 30)

Puede estar constituido por micropilotes de tubo metálico de diámetro exterior superior a 90 mm y espesor superior a 7 mm, introducidos en perforaciones de diámetro superior a 6 " (150 mm), rellenas interiormente y exteriormente por lechada que puede aplicarse con una ligera presión, o bien inyectarse con la técnica de los tubos-manguito. La distancia entre los ejes de micropilotes es menor de 50 cm. La longitud de los paraguas pesados es, como mínimo de 20 m y está limitada técnicamente por la capacidad para mantener el paralelismo entre perforaciones próximas. Aunque se han citado paraguas de hasta 40 m de longitud la práctica habitual rara vez excede de 20-25 m.

El tipo de paraguas escogido es el paraguas medio, con micropilotes de diámetro 90 mm y espesor 7 mm con una longitud de 15 m. Estos se introducirán en perforaciones de 150 mm de diámetro. La distancia entre ejes de micropilotes será de 50 cm.

2.2. BULONES

Es normal la utilización de bulones de acero corrugado, o de acero de alta resistencia. El diámetro recomendable es ϕ 32 mm, aunque pueden utilizarse bulones de ϕ 25 mm cuando la calidad del macizo rocoso sea alta.

Los bulones deben anclarse por adherencia con lechada de cemento y es conveniente aplicar en cabeza una ligera tensión para prevenir la descompresión del talud. La longitud de los bulones suele ser inferior a 6 m. En las recomendaciones se han propuesto longitudes (y densidades de bulonado) crecientes cuando disminuye la calidad del macizo rocoso. En todo caso la longitud nunca será inferior a un décimo de la altura del talud, medida sobre rasante. Las densidades iguales o superiores a 1 bulón/m² son altas.

Los bulones deberían perforarse e instalarse por bandas horizontales, al mismo ritmo de excavación del talud, para evitar la descompresión de la masa rocosa.

Se utilizarán en este caso bulones de 5 m de longitud y diámetro 32 mm. La densidad de bulones será 0,70 bulones/m² y el espaciamiento de 1,2x1,2 m.



2.3. HORMIGÓN PROYECTADO

El gunitado sistemático de los taludes no es deseable. La capa de hormigón proyectado puede dificultar el drenaje natural, aporta poca resistencia frente a un problema de inestabilidad del talud, enmascara los síntomas iniciales de roturas por deslizamiento y, además, tiene un mal aspecto desde el punto de vista estético.

La adherencia del hormigón proyectado a la superficie del talud puede ser escasa en algunas zonas creando “bolsas” despegadas que se rellenan de agua y/o donde aparecen grietas de difícil interpretación.

El papel del hormigón proyectado debe reservarse a los casos en que es preciso regularizar algunos puntos del talud, para evitar descalces y roturas superficiales en masas rocosas de calidad media a buena ($40 < \text{RMR}$), y entonces debe aplicarse puntualmente, según la técnica del “hormigón dental”. Para masas rocosas de calidad mala ($\text{RMR} < 40$) el hormigón proyectado puede ser útil para prevenir la erosión superficial debida al clima o a la escorrentía superficial de agua.

En esos casos es preciso garantizar la adherencia a la superficie del talud, lo que puede hacerse con bulones muy cortos. Si el talud frontal va a quedar visible, total o parcialmente, al terminar la obra, conviene utilizar en la capa final de hormigón proyectado algún colorante para que el color superficial sea similar al del terreno, evitando el contraste que suele producir el color gris del cemento.

Por tanto en el presente túnel la utilización de hormigón proyectado quedará reducida a casos ocasionales en los que sea necesario para regularizar algunos puntos del talud.

2.4. RED

La colocación de una red/malla metálica sobre el talud supone una importante protección contra la caída de piedras y es muy recomendable donde el punto de vista de la seguridad del personal, aunque no supone mejora de la estabilidad del talud.



2.5. MALLAZO

Se recomienda la colocación de mallazo como armadura de la capa de hormigón proyectado. Su función es evitar la rotura a tracción de la gunita y reforzar su resistencia a flexión frente a fenómenos de caída de fragmentos de la masa rocosa. Suele bastar un mallazo de 150 x 150 x 6 mm, que se duplica en macizos de calidad geotécnica muy mala.

2.6. DRENAJE DEL TALUD FRONTAL

Una buena práctica es la construcción de sistemas de cunetas de drenaje, con las correspondientes bajantes, para evitar la escorrentía superficial sobre las superficies de los taludes de la trinchera, que erosionaría y dañaría al talud.

2.7. PERFILADO DE LA ZONA SUPERIOR DEL TALUD FRONTAL

Precauciones suplementarias contra accidentes son: la excavación suplementaria, tendiendo el talud en las zonas superiores meteorizadas, y la colocación de barreras y/o cercas para evitar las caídas de las personas que puedan circular en las zonas altas.

2.8. VISERA DE PROTECCIÓN

Es una buena práctica construir un falso túnel provisional para proteger mejor a las personas y a los equipos de eventuales caídas de material de los taludes. Aunque en teoría resultaría adecuado construir una parte definitiva del falso túnel, en la práctica de las obras raramente es posible. El falso túnel provisional, comúnmente llamado visera, suele formarse a partir de cerchas metálicas, combinadas con chapas Bernold y mallazo, sobre cuyo conjunto se proyecta hormigón proyectado. En rigor no se trata de un sostenimiento del talud por lo que no se recoge en las recomendaciones para emboquilles. Pero es una buena práctica constructiva y parece que sustituye con ventaja a los medios de protección contra caída de piedras. Pero la visera está circunscrita al ancho de excavación del túnel y la trinchera puede ser bastante más ancha. En ese caso conviene recordar que la dinámica de la obra conducirá a colocar acopios, maquinaria o medios auxiliares en cualquier parte libre de la trinchera, que suelen ser los laterales a la excavación del túnel, y esos laterales no están protegidos por la visera.



Se colocará una visera de 4m de longitud.

3. TRATAMIENTO DE LOS TALUDES LATERALES

Los taludes laterales tendrán pendientes con inclinación 2H:3V, que debido a los materiales presentes y a su estructura se consideran suficientemente estables.



ANEJO X

Ventilación



ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Tipo de ventilación para la ejecución del túnel.....	4
2.1 Ventilación soplante	5
2.1 Ventilación aspirante	5
2.3. Ventilación soplante-aspirante.....	6
2.4. Esquema de ventilación elegido	7
3. Caudal de aire necesario en la construcción del túnel	7
3.1 Dilución de los gases de escape de los motores diesel	8
3.2 Ventilación del polvo.....	8
4. Potencia necesaria para la ventilación en la ejecución del túnel.....	9
4.1 Perdida de carga en la tubería	9
4.2 Perdida de carga en el túnel.....	10
4.3 Perdida de carga en singularidades y obstáculos	12
4.3.1. Perdida de carga debida a las tuberías de ventilación	13
4.3.2 Perdida de carga debida a obstáculos.....	14
5. Cálculos realizados	16
5.1 Caudal en el frente	16
5.1.1 Caudal necesario para la dilución de los gases de escape	16
5.1.2 Caudal necesario para la ventilación del polvo.....	17
5.2 Cálculo de la potencia necesaria para la ventilación	18



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Valores de λ	10
Tabla 2 - Valores de λ_p	11
Tabla 3 - Valores de λ_s	12
Tabla 4 - Valores de ξ_s	13

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Curva del ventilador	15
--	----



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a tratar la ventilación durante la fase de ejecución del túnel.

La necesidad de mantener dentro de los túneles, en su construcción y explotación una atmosfera respirable, no tóxica, y en unas condiciones ambientales óptimas, obliga a renovar el aire de estos mediante sistemas de ventilación o desahumado, para impedir que los gases y humos emitidos por los vehículos de motor, y por las distintas labores de construcción, alcancen unas concentraciones límite predeterminadas.

Durante la fase de ejecución existe una mayor emisión de contaminantes, principalmente en la zona del frente de avance, que es además la zona donde suele concentrarse el personal. Hay que tener en cuenta que los operarios durante esta fase se ven sometidos a la acción de los contaminantes presentes en la atmosfera durante toda la jornada laboral.

En la fase de ejecución el túnel se encuentra con una sola entrada desde el exterior, lo que se denomina como fondo de saco. Por eso la forma de ventilación debe asegurar una circulación de aire desde la entrada de la labor al frente por medio de una canalización en la que hayan situados uno o varios ventiladores. Si la corriente de aire circula por la canalización desde el exterior hasta el frente, se denomina soplante; en caso contrario es aspirante.

2. TIPO DE VENTILACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL TÚNEL

La elección de las características del método de ventilación que se desee aplicar durante la construcción de un determinado túnel se efectúa en dos etapas:

1) Determinación de las características de ventilación en el frente de avance.

Las principales son:

- Caudal de aire preciso
- El tipo de ventilación: aspirante, soplante, aspirante-soplante.
- Distancia desde la extremidad de la canalización al frente.



- 2) Elección del ventilador y la canalización que permiten obtener el caudal deseado en el frente.

2.1 VENTILACIÓN SOPLANTE

En este esquema se instala una conducción a través de la cual circula el aire desde el exterior hasta las cercanías del frente de avance. El tapón de humos, gases y polvo que ocupa el fondo del túnel es removido por el aire fresco soplado por la tubería, siendo así diluido y empujado a lo largo del túnel hasta su emboquille por donde es expulsado al exterior.

Ventajas:

- Es de fácil instalación
- Permite el empleo de tuberías de lona, sin armadura, de fácil manejo.
- Es más económica
- El aire se conduce muy rápidamente y llega al frente en buenas condiciones, mejorándose así la situación ambiental en la zona de trabajo.
- El chorro de aire que sale del conducto de ventilación es capaz de remover los gases y humos que quedan en el frente sin necesidad de acercarlo a este excesivamente.
- Menor potencia instalada
- Menor pérdida de carga.

Inconvenientes:

- Los gases de voladura han de circular por el túnel, ocasionando problemas al personal.
- El polvo que se crea con el uso de máquinas perforadoras o tuneladoras (sobre todo si se realiza en seco) creará una atmosfera de reducida visibilidad y causará problemas respiratorios a lo largo del túnel.

2.1 VENTILACIÓN ASPIRANTE

En este esquema de ventilación se aspira el aire que ocupa el frente de avance del túnel mediante una tubería de ventilación. De esta forma el aire entra por la boca del túnel, y atravesando toda su sección, llega hasta el frente mezclándose así con los



distintos contaminantes que existan en la atmósfera. Un ventilador acoplado a la tubería hace que el aire del frente entre en ésta y sea expulsado, por su otro extremo, al exterior del túnel.

Ventajas:

- Los gases y el polvo del frente retornan por la tubería (salvo la parte que pueda recircular) evitando que el personal tenga que respirarlos.
- Rápida eliminación de gases y humos tras el disparo de voladuras

Inconvenientes:

- Requiere tuberías rígidas, o si son de lona que estén armadas con espiral de acero.
- El aire entra lentamente, a lo largo del túnel, con lo que llega caliente al frente.
- Las tuberías flexibles ofrecen más resistencia, al tener que ser reforzadas, con lo que se da una mayor pérdida de carga.

2.3. VENTILACIÓN SOPLANTE-ASPIRANTE

En este sistema de ventilación, empleando una sola tubería se realiza primeramente una fase de aspiración, en el transcurso de la cual se elimina una fracción humos situada cerca de la boca de aspiración. A continuación se sopla, por la misma tubería, de forma que se pueda limpiar el espacio comprendido entre el extremo de la tubería y el frente, desplazando el aire contaminado a la parte situada por detrás del extremo de la tubería para que pueda ser eliminado en la siguiente fase de aspiración.

Ventajas:

- Los gases y humos retornan por la tubería evitando que el personal tenga que respirarlos.
- Se consigue una limpieza del frente rápida y eficaz.

Inconvenientes:

- Es de instalación más compleja y cara.



- La tubería ha de ser rígida o armada con espiral de acero.
- El aire llega lentamente al frente, pudiéndose calentar durante el trayecto a lo largo del túnel.

2.4. ESQUEMA DE VENTILACIÓN ELEGIDO

El esquema de ventilación que se ha elegido para la ventilación en la fase de ejecución del presente túnel es el de ventilación soplante.

3. CAUDAL DE AIRE NECESARIO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL

Entre las causas que provocan la contaminación de la atmósfera, unas tienen un efecto permanente y estable en el tiempo, tales como el recalentamiento del aire por los terrenos, la respiración del personal, los gases de escape de los motores diesel, o la formación de polvo durante la perforación y el rozado. Otras, sin embargo, se muestran de forma más localizada en el tiempo, como los humos de disparo de los explosivos y el desprendimiento de polvo que se verifica en ese momento.

Los factores determinantes para la ventilación de túneles en construcción suelen ser los gases y humos producidos tras el disparo de las voladuras y los gases emitidos por los motores de la maquinaria utilizada en las distintas fases de construcción.

Las concentraciones volumétricas admisibles para los distintos gases peligrosos, según se indica en las Normas Básicas de Seguridad Minera en sus Instrucciones Técnicas Complementarias, a lo largo de una jornada de ocho horas, son los siguientes:

- 50 ppm de monóxido de carbono (CO).
- 5000 ppm de dióxido de carbono (CO₂).
- 10 ppm de óxidos de nitrógeno (NO + NO₂).
- 10 ppm de sulfuro de hidrógeno (SH₂).
- 5 ppm de dióxido de azufre (S₀₂).
- 1000 ppm de hidrógeno (H₂).



No obstante, durante períodos cortos, y de acuerdo con la peligrosidad del gas, podrán admitirse contenidos superiores, sin que se sobrepasen nunca los siguientes:

- 100 ppm de monóxido de carbono (CO).
- 12500 ppm de dióxido de carbono (CO₂).
- 25 ppm de óxidos de nitrógeno (NO + NO₂).
- 50 ppm de sulfuro de hidrógeno (SH₂).
- 10 ppm de dióxido de azufre (SO₂).
- 10000 ppm de hidrógeno (H₂).

Si los detectores de gases registran una elevación de las concentraciones por encima de los límites indicados, las zonas de trabajo deberán desalojarse y ventilarse convenientemente.

En todo caso, la proporción de oxígeno (O₂) nunca será, en las zonas de trabajo, inferior al 19% en volumen. En caso necesario deberá realizarse la corrección pertinente por altitud.

3.1 DILUCIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE DE LOS MOTORES DIESEL

Se considera que son necesarios 1000 m³ de aire por cada hora y por cada kilogramo de gasoil consumido para diluir suficientemente los gases de escape de los motores diesel. Se considera también que el consumo de gasoil de las máquinas que trabajan en el frente es de 0,210 kg/kW h, es decir 0,250 kg a la hora por cada kW de potencia de la máquina. El valor obtenido se multiplica por un factor de 0,6, pues se supone que, como media, las máquinas trabajarán a un 60% de su potencia nominal.

3.2 VENTILACIÓN DEL POLVO

Entre las labores que se realizan para la construcción de túneles que se consideran generadoras de polvo, deben citarse las siguientes:

- Rozado del frente.



- Carga y transporte del escombros.
- Perforación de barrenos.
- Proyección de hormigón.

Si se emplean perforadoras que como sistema de evacuación del detritus utilicen aire, deberá ventilarse con un caudal de aire al menos igual al que utilice la máquina.

Si en el avance del frente se utilizan tuneladoras o rozadoras, el caudal de aire a emplear por m² de sección de túnel estará comprendido entre 17 y 27 m³/m² min, dependiendo de la cuantía de los avances y del tipo de roca.

Para ventilar, en condiciones normales, se utilizará el mayor de los caudales estimados como necesarios en la dilución de los motores de escape de los motores diesel y en la del polvo generado por la rozadora.

4. POTENCIA NECESARIA PARA LA VENTILACIÓN EN LA EJECUCIÓN DEL TÚNEL.

La depresión que han de producir los ventiladores para asegurar la correcta ventilación de un túnel en fase de construcción viene dada por tres factores que se describen a continuación.

4.1 PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA

El cálculo del valor de la pérdida de carga que experimenta el caudal de aire estimado como necesario en su circulación a lo largo del conducto de ventilación (ΔX_c) viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta X_c = \frac{0,1\lambda L}{D^5} Q^{\alpha 9,8} = \frac{0,98 \lambda L Q^{\alpha}}{D^5}$$

donde:

- ΔX_c = Pérdida de carga (Pa).
- L = Longitud de la tubería (m).
- D = Diámetro de la tubería (m).



- Q = Caudal que circula por la tubería (m^3/s).
- α = Coeficiente que puede tomar los siguientes valores:

$\alpha = 2$ en tuberías rígidas.

$\alpha = 1,7$ en tuberías flexibles.

- λ = El coeficiente de pérdida de carga; es función de las características de la superficie interior de las tuberías.

Valores de λ :

Tipo de tubería		Coeficiente de pérdida de carga λ
Rígida	En materia plástica	0,0180
	Materias nuevas (lisas)	0,0205
	En contrachapada de madera	0,0220
Flexibles	Bien suspendidas	0,0210
	Mal suspendidas	0,0260

Tabla 1 - Valores de λ

En esta fórmula puede observarse la gran influencia que tiene el diámetro de la tubería en su resistencia aerodinámica, pues ésta es inversamente proporcional a la quinta potencia de éste. Por tanto, es interesante utilizar tuberías del mayor diámetro posible, aunque éste puede quedar limitado por el gálibo del túnel.

El caudal y la depresión que producirá un ventilador de característica conocida sobre una tubería de longitud dada, se obtendrá en el plano H-Q como la intersección de las curvas características del ventilador y la conjunta de tubería y túnel.

4.2 PERDIDA DE CARGA EN EL TÚNEL

La fórmula que permite el cálculo de la resistencia aerodinámica del túnel es la siguiente:

$$R = \frac{10^3 \lambda P L}{8g S^3} = 153,03 \frac{\lambda P L}{S^3}$$



Siendo:

- g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).
- λ = Coeficiente de pérdida de carga.
- Y = Peso específico del aire. Puede considerarse que su valor es de 12,01 N/m³.
- P = Perímetro del conducto en el tramo considerado (m).
- S = Sección del conducto en el tramo considerado (m²).
- L = Longitud del tramo considerado (m).

El coeficiente de frotamiento del tubo del túnel se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\lambda = 0,7 \lambda_p + 0,3 \lambda_s$$

Siendo:

- λ_p = Coeficiente de pérdida de carga de las paredes.
- λ_s = Coeficiente de pérdida de carga del suelo.

Sostenimiento			λ_p
Roca Desnuda	Pared bien recortada		0,058
	Pared con acabado medio		0,084
	Pared irregular		0,108
Roca Bulonada	Pared bien recortada		0,058
	Pared con acabado medio		0,084
	Pared irregular		0,108
	Pared con tela metálica		0,130
Roca Revestida	Hormigón liso		0,022
	Albañilería	Buen estado	0,025
		Estado medio	0,030
		Irregular	0,040

Tabla 2 - Valores de λ_p



Características del suelo	λ_s
Suelo hormigonado o asfaltado	0,03
i=5cm	0,06
i=15cm	0,08
i=30cm	0,108

Tabla 3 - Valores de λ_s

Una vez que se conoce la resistencia R del túnel se podrá calcular la pérdida de carga ΔX_t a partir del caudal Q, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta X_t = R \cdot Q^2$$

4.3 PERDIDA DE CARGA EN SINGULARIDADES Y OBSTÁCULOS

El flujo de aire a su paso por singularidades tales como entrada o salida de pozos de ventilación, el emboquille del túnel, trampillas, etc., sufre una pérdida de carga. La fórmula que proporciona el valor de esta pérdida de carga es:

$$\Delta X_{sing} = R_{sing} \cdot Q^2$$

Siendo:

- ΔX_{sing} = Pérdida de carga en la singularidad (Pa)
- R_{sing} = Resistencia aerodinámica de la singularidad ($N \cdot s^2/m^8$)
- Q = Caudal de aire que atraviesa la singularidad (m^3/s).

El valor de la resistencia aerodinámica viene dado mediante la siguiente expresión:

$$R_{sing} = \xi \frac{Y}{2 g S^2} = \xi \frac{0,61}{S^2}$$

Siendo:

- R_{sing} = Resistencia aerodinámica de la singularidad ($N \cdot s^2/m^8$).



- ξ = Coeficiente de fricción de la singularidad.
- γ = peso específico del aire (12,01 N/m³).
- g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).
- S = sección de la singularidad (m²).

Tipo de singularidad			ξ_s
Cambio de dirección en ángulo recto de aristas vivas			1,4
Cambio de dirección en ángulo recto de aristas vivas	de	Radio interior = $\frac{1}{4}$	0,6
	en	Radio exterior	
ángulo recto de aristas vivas	sin	Radio interior = $\frac{2}{5}$	0,3
		Radio exterior	
Emboquille			0,6
Trampilla			3,6
Enlace con pozo con aristas vivas			2
Enlace con pozo sin aristas			1

Tabla 4 - Valores de ξ_s

4.3.1. PERDIDA DE CARGA DEBIDA A LAS TUBERÍAS DE VENTILACIÓN

En la circulación de aire a lo largo del túnel, la presencia de las tuberías de ventilación supone un incremento de la resistencia aerodinámica, de forma que se tendrá:

$$R = R_T(1 + 0,15 \sum d_k)$$

Siendo:

- R = Resistencia total del túnel (N s²/m⁸).
- R_T = Resistencia del túnel sin tener en cuenta los obstáculos (Ns²/m⁸).
- d_k = Diámetro de cada una de las tuberías que haya en el túnel (m).



4.3.2 PERDIDA DE CARGA DEBIDA A OBSTÁCULOS

La resistencia aerodinámica de un obstáculo interpuesto en el túnel viene dada por la siguiente expresión:

$$R = C_x \frac{s}{S^3} 0,61$$

Siendo:

- R = Resistencia aerodinámica del obstáculo ($N s^2/m^8$).
- C_x = Coeficiente que depende de la forma del obstáculo.

$C_x = 0,4$ para obstáculo esférico.

$C_x = 0,8$ para obstáculo cilíndrico perpendicular a la circulación del aire.

$C_x = 1$ para obstáculo cilíndrico paralelo a la circulación del aire.

$C_x = 1,2$ para obstáculo plano perpendicular a la circulación del aire.

- s = Sección del obstáculo, según un plano perpendicular a la dirección del viento (m^2).
- S = Sección del túnel (m^2).

El caudal Q de aire calculado para ventilar el túnel deberá vencer una resistencia total ΔP_T que se opone a su paso. La fuerza aeromotriz (ya sea natural o provocada por ventiladores) deberá ser igual a esa resistencia ofrecida.

Por tanto, la depresión que han de producir los ventiladores en el aire que los atraviesa será:

$$\Delta H = \Delta X_c + \Delta X_t + \Delta H_{sing}$$

siendo:

- ΔH = Depresión producida por los ventiladores (Pa).
- ΔX_c = Pérdida de carga en las tuberías de ventilación (Pa)
- ΔX_t = Pérdida de carga producida en el túnel (Pa)

- ΔH_{sing} = pérdida de carga en singularidades y obstáculos (Pa)

La dependencia de la pérdida de carga en el túnel puede representarse en el plano Q-AH mediante una curva. El ventilador que deberá usarse será aquél cuya curva característica V corte a la del túnel T para un caudal Q_r lo más cercano posible al calculado como necesario (Q_n) para realizar la ventilación del túnel.

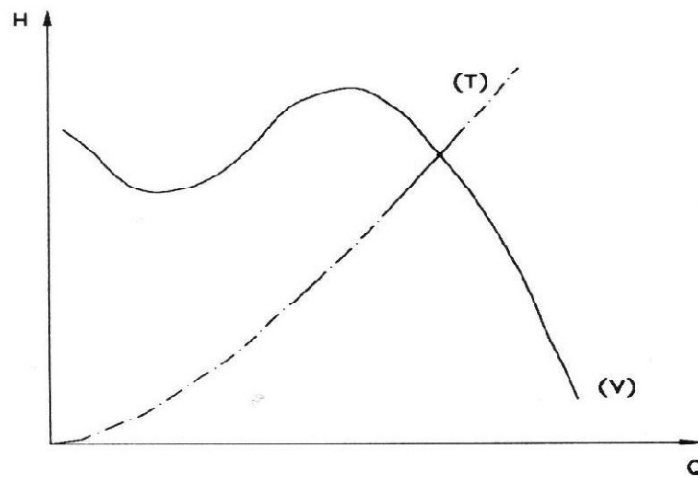


Ilustración 1 - Curva del ventilador

En el punto de funcionamiento, la potencia absorbida por el ventilador será calculada mediante la siguiente expresión:

$$W = \frac{Q \Delta H}{\eta}$$

siendo:

- W = Potencia absorbida por el ventilador (W).
- Q = Caudal suministrado por el ventilador (m^3/s).
- ΔH = Depresión producida por el ventilador (Pa).
- η = Rendimiento del ventilador. En las curvas características de los ventiladores se indican los rendimientos de éstos para los distintos puntos de funcionamiento.



5. CÁLCULOS REALIZADOS

A continuación se exponen los resultados de los cálculos realizados para la ventilación del túnel a partir de lo explicado en los apartados anteriores

5.1 CAUDAL EN EL FRENTE

Como vimos anteriormente para ventilar, en condiciones normales, se utiliza el mayor caudal de aire estimado como necesario para la dilución de los motores diésel y en el polvo generado por la rozadora.

5.1.1 CAUDAL NECESARIO PARA LA DILUCIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE

En la construcción del túnel se utilizará el siguiente equipo para la extracción de escombros:

- Una pala cargadora sobre ruedas que trabaja a régimen continuo. Potencia 150 Kw.
- Dos camiones dumper para la extracción del escombros, se considera que estarán en funcionamiento dentro del túnel 40 minutos de cada hora. Potencia 250Kw

Potencia total que se considera de cara al diseño de la ventilación:

$$100 + 2 \cdot \left(\frac{40}{60}\right) \cdot 300 = 550 \text{ Kw}$$

Consumo de gasoil a la hora:

$$550 \cdot 0,250 = 137,5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Volumen de aire necesario por hora y kilogramo de combustible:

$$1500 \cdot 137,5 \cdot 0,6 = 123750 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Caudal de aire necesario para la dilución de los gases de escape:



$$\frac{123750}{3600} = 34,375 \frac{m^3}{s}$$

5.1.2 CAUDAL NECESARIO PARA LA VENTILACIÓN DEL POLVO

Se considera en la excavación con rozadora que el caudal de aire a emplear por m² de sección será de 20 m³/m² min.

Caudal necesario para la ventilación del polvo:

$$20 \frac{m^3}{m^2 \min} \cdot 100m^2 \cdot \frac{1 \min}{60 s} = 33.33 \frac{m^3}{s}$$

El caudal necesario en el frente de excavación será por tanto el mayor de los dos anteriores, 34,375 m³/s.

Diámetro de la tubería de ventilación:

$$D = 0,29 \times Q^{0,5}$$

$$D = 0,29 \times (34,375)^{0,5} = 1,70 m$$

Como consecuencia se tomará una tubería de diámetro 1,70m

Velocidad del aire en la tubería:

$$V_F = \frac{Q}{S} = \frac{34,375}{\pi \cdot 0,85^2} = 15,14 m/s$$

Presión dinámica:

Siendo γ es el peso específico del aire en N/m³ ($12 N/m^3 = 1,2 Kg/m^3$).

$$P_F = \frac{\gamma \cdot V_F^2}{2g} = \frac{12 \cdot 15,14^2}{2 \cdot 9,8} = 140 Pa$$

Caudal fugado:

Si consideramos una instalación de tipo medio con un coeficiente de fugas de 0,0003, las pérdidas de caudal o caudal fugado serían:



$$Q_F = \theta * (P_F)^{0,5} * \Delta L = 0,0003 * 140^{0,5} * 640 = 2,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal que debe suministrar el ventilador:

$$Q_V = 34,375 + 2,27 = 36,645 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA PARA LA VENTILACIÓN

Perdidas de carga en tubería:

$$\Delta X_c = \frac{0.021 * 640 * 36,645^2}{1,7^5} = 1271,11 \text{ Pa}$$

Perdidas de carga en el túnel:

$$R = 153,03 \frac{0.0244 * 35 * 640}{90^3} = 0,12$$

$$\Delta X_t = 0.12 * 36,645^2 = 161,14 \text{ Pa}$$

Perdida de carga en las singularidades:

$$\Delta X_{sing} = 0.1 * 36,645^2 = 134,28 \text{ Pa}$$

Por tanto, la depresión que han de producir los ventiladores en el aire que los atraviesa será:

$$\Delta H = 1271,11 + 161,14 + 134,28 = 1566,53 \text{ Pa}$$

En el punto de funcionamiento, la potencia absorbida por el ventilador será:

$$W = \frac{36,645 * 1566,53}{0.8} = 71,75 \text{ Kw}$$



ANEJO XI

AUSCULTACIÓN



INDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. MAGNITUDES A MEDIR	4
2.1. Auscultación de movimientos	5
2.1.1. Control de asientos.....	5
2.1.2. Control topográfico	5
2.1.3. Control de movimientos horizontales.....	6
2.1.4 Control de movimientos en profundidad	6
2.1.5. Control de desplomes.....	6
2.1.6. Control de movimientos relativos.....	7
2.2. Auscultación de tensiones, esfuerzos y empujes	7
2.2.1. Células de presión total	7
2.2.2. Células de carga en anclajes.....	8
2.3. Auscultación de deformaciones.....	8
2.3.1. Extensiómetros y galgas extensiométricas.....	8
3. FRECUENCIA DE LECTURA Y DISPOSICIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	8



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Niveles de control	10
------------------------------------	----



1. INTRODUCCIÓN

En los túneles, la auscultación adquiere particular importancia ya que su diseño está basado, por lo general, en métodos empíricos o cálculos teóricos, según modelos complejos y algo inciertos. Además, existen también grandes incertidumbres en las propiedades y el comportamiento del terreno a excavar, así como en su homogeneidad a lo largo del trazado, más allá de los puntos en los que se han realizado los reconocimientos.

La auscultación proporciona información de gran valor tanto para el control de la excavación en sí como para el control de las afecciones en el entorno de la misma. Esta información permitirá evaluar el estado de las obras en sus distintas fases, realizando la comparación entre el comportamiento real y el previsto. Se posibilitará de esta forma la toma de decisiones, así como el diseño y aplicación de las medidas correctoras en caso necesario.

La finalidad de la auscultación durante la fase de ejecución del túnel es lograr un conocimiento más amplio del problema de estudio, que permitirá el control de las hipótesis asumidas en los cálculos y el ajuste continuo de las mismas. En esta fase, el sistema de auscultación implantado será el indicativo de la seguridad de la obra, permitiendo detectar los primeros síntomas de inestabilidad o de situaciones anómalas y disparar las alarmas en los casos necesarios.

2. MAGNITUDES A MEDIR

Las magnitudes representativas corresponden a dos tipos de afecciones, relacionadas entre sí de manera bilateral:

- Las afecciones que los trabajos de excavación provocan sobre su entorno.
- Las afecciones que provoca en el entorno sobre las estructuras en construcción.

Los parámetros a medir son los siguientes:

- Empujes provocados por el terreno.
- Deformaciones y tensiones internas en el sostenimiento.



- Desplazamientos y/o movimientos en el sostenimiento.
- Movimientos inducidos en el terreno y sus afecciones en edificaciones o estructuras existentes.

2.1. AUSCULTACIÓN DE MOVIMIENTOS

2.1.1. CONTROL DE ASIENTOS

La auscultación de movimientos verticales es una herramienta fundamental para el control de las afecciones que provocan los trabajos de excavación sobre las obras estructurales o servicios situados en la zona de influencia.

La nivelación de precisión permite el control de movimientos verticales, tanto en el terreno como en las estructuras verticales. La toma de lecturas se realiza mediante un equipo de precisión compuesto por nivel, micrómetro de placas planoparalelas y mira invar, para obtener precisiones de lectura del orden de la décima de milímetro.

La nivelación de precisión se realiza sobre puntos de diferente tipología:

- Hitos de nivelación, que permiten el control de asientos de las superficie del terreno
- Clavos de nivelación, instalados en zonas en las que existan restricciones de accesibilidad como para poner distintos hitos.
- Soportes para regletas, en pilares fachadas de edificios o estructuras.

Las medidas deben referirse a bases de nivelación, que consisten básicamente en una varilla de acero instalada en sondeo fuera de la zona de influencia de las obras para considerar sus movimientos verticales nulos.

2.1.2. CONTROL TOPOGRÁFICO

Mediante lecturas a dianas y prismas con estaciones totales apoyándose en pilares geodésicos se realizará un seguimiento topográfico en tres dimensiones para realizar un control de subsidencias en superficie, debidas a los trabajos de excavación, y control de convergencias en los sostenimientos.



2.1.3. CONTROL DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES

Para el control de los movimientos horizontales en profundidad provocados por la excavación, se colocarán inclinómetros instalados en sondeo en el terreno, entre el túnel y las estructuras a controlar, embebidos en estructuras o adosados a parámetros verticales.

La precisión del sistema será del orden de $\pm 2\text{mm}$ en 25 m.

2.1.4 CONTROL DE MOVIMIENTOS EN PROFUNDIDAD

A través de extensómetros de varillas, se controlan los movimientos del terreno a la profundidad a la que están dispuestos cada uno de los anclajes que forman parte del sistema. La transmisión del movimiento entre estos anclajes y la cabeza se efectúa a través de varillas envainadas de acero inoxidable. La instalación se llevará a cabo mediante la ejecución de un sondeo con un diámetro de perforación suficiente para permitir el correcto montaje de las varillas y la inyección de los anclajes. Estos sensores estarán controlados por nivelación de precisión.

Los extensómetros de varillas también se emplearán para el control de la extensión y evolución de movimientos de la corona de plastificación que se forma como consecuencia de la descompresión alrededor del túnel que provoca la excavación del mismo. En este caso se instalarán en clave y hombros dispositivos multivarilla a diferentes profundidades de estudio.

La precisión será del orden de $\pm 0,2\text{mm}$.

2.1.5. CONTROL DE DESPLOMES

Se instalarán dianas para la medida de desplomes en aquellos elementos estructurales en los que la aparición de un asiento diferencial implique una inclinación peligrosa del conjunto de la estructura. Estas dianas se instalan a dos alturas, una en la parte baja de la estructura y otra en la parte alta. La distancia horizontal entre los dos puntos contenidos en el plano de medida, constituye el desplome. Las lecturas se realizan con estación total, tomando como referencia el desplome inicial obtenido en la lectura cero.



2.1.6. CONTROL DE MOVIMIENTOS RELATIVOS

Las secciones de convergencia permiten registrar las deformaciones del elemento a controlar, a través de la medida de las variaciones de longitud que experimenten diversas cuerdas representativas. Esta medida de distancias se puede realizar con sistemas muy diversos, como puede ser la cinta extensiométrica, la estación total de alta precisión o los sistemas láser de medida continua.

La cinta extensiométrica es un dispositivo mediante el cual se puede conocer el desplazamiento relativo entre dos puntos con gran precisión. Para la toma de lecturas, se disponen pernos de anclaje para la cinta extensiométrica, en distintas localizaciones de una misma sección transversal. Una vez instalados los pernos, se dará lectura cero a cada una de las cuerdas y se empezarán a tomar datos de las variaciones de longitud en cada una de las cuerdas a lo largo del tiempo, a partir de la lectura de referencia.

Para disponer de mayor versatilidad de lectura, se puede instalar un sistema mixto con dianas de puntería para que el control pueda realizarse también con una estación total de alta precisión en la medida de distancias. Esto permite la toma de datos sin necesidad de acceder físicamente al perno, útil debido a la gran sección del túnel.

2.2. AUSCULTACIÓN DE TENSIONES, ESFUERZOS Y EMPUJES

2.2.1. CÉLULAS DE PRESIÓN TOTAL

Estos dispositivos están formados por dos placas de acero soldadas y rellenas en su interior de un fluido. La presión ejercida sobre las caras activas es transmitida a un transductor de presión.

En la construcción del túnel se disponen embebidas en el sostenimiento en dirección radial y tangencial, para conocer tanto el empuje del terreno, como los esfuerzos a los que se encuentra sometido el hormigón.

Las células de presión registran las variaciones en la presión total, a partir de una lectura inicial, por lo que será de gran importancia elegir adecuadamente el



momento en que se toma dicha lectura. Lo habitual es que esta lectura inicial se tome en vacío, con la célula en mano.

2.2.2. CÉLULAS DE CARGA EN ANCLAJES

Estos dispositivos se instalan en las cabezas de los anclajes, para medir tanto las tensiones transmitidas al terreno, como a la propia tensión de anclaje. Pueden ser de varios tipos:

- Mecánicas: las deformaciones se miden directamente con un comparador
- Hidráulicas: las deformaciones se miden con células que contienen una cámara de aceite y que transmiten la carga a un transductor.
- Eléctricas: las deformaciones se transmiten a un transductor eléctrico, generalmente de cuerda vibrante.

2.3. AUSCULTACIÓN DE DEFORMACIONES

2.3.1. EXTENSIOMETROS Y GALGAS EXTENSIOMETRICAS

Los extensiómetros eléctricos, dispuestos en las armaduras de elementos de hormigón armado o embebidos en el propio hormigón, registran las deformaciones unitarias producidas por las sollicitaciones existentes en los puntos de control. Las precisiones de estos sensores están entorno a ± 10 microdeformaciones.

Conocido el módulo de elasticidad del material en el que se encuentran instalados, los extensiómetros permitirán obtener el estado tensional al que se encuentra sometida la estructura.

Para los elementos metálicos del sostenimiento, se utilizan los siguientes sensores:

- Extensiómetros soldados o pegados directamente a los perfiles.
- Galgas extensiométricas pegadas en la superficie del elemento a controlar.

3. FRECUENCIA DE LECTURA Y DISPOSICIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Para definir las frecuencias de lecturas de cada tipo de instrumentos, se considerarán 3 factores fundamentales:



- La distancia del frente de excavación al instrumento en cuestión: cuanto más cerca esté, mayor deberá ser la frecuencia de lectura.
- El nivel de control técnico del tramo del trazado en el que se encuentre instalado el dispositivo.
- El método de construcción empleado

Es importante remarcar que una de las lecturas más importantes en los trabajos de auscultación es la lectura inicial. Esta lectura hay que efectuarla de manera correcta en forma y en tiempo, ya que en la práctica mayoría de los dispositivos de auscultación, los registros que se analizan son las variaciones respecto al origen que proporciona esta lectura inicial. Por esto los dispositivos de auscultación deberán estar instalados con la suficiente antelación antes de que se haya producido ninguna afección en la obra.

Es una buena práctica realizar 3 lecturas sucesivas del dispositivo y comprobando que la desviación entre todas ellas está dentro del rango de precisión del sistema, tomar la lectura cero como la media de las mismas.

Se prevé la colocación de dos secciones tipo de mediciones en el túnel:

- Cada 25 m de Túnel se instalará una sección de medición y control de convergencias, con tres puntos de medición en la sección en avance (clave y hombros) más otros dos (hastiales), a colocar tras la ejecución de los bataches. Se medirán también asientos, con un punto de medición en clave de túnel.
- En determinados puntos se colocarán secciones de medición en la que además de las convergencias y los asientos verticales de clave con los dispositivos de una sección normal recién descritos, se controlarán asimismo la evolución de las cargas sobre el sostenimiento mediante la colocación de dos células de presión a ambos lados de la clave de la sección. Se colocarán también tres extensómetros (uno en clave y uno a cada lado de la bóveda) para la medición de movimientos en tres puntos situados a 3. 6 y 9 m del punto de anclaje.



Distancia desde el frente del túnel (m)	Nivel de control		
	Normal	Medio	Intenso
Entre (-50,-25) y (+25,+50)	1 lectura semanal	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales
Entre (-25,-10) y (+10,+25)	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales	Lecturas diarias
Entre (-10,+10)	3 lecturas semanales	Lecturas diarias	2 Lecturas diarias

Tabla 1 - Niveles de control



ANEJOXII: SUMINISTRO ELÉCTRICO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Normativa	5
2. PLANTEAMIENTO GENERAL.....	5
2.1 Suministro de electricidad.....	6
3. BALANCE DE POTENCIAS.....	6
4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR	10
4.1 Cálculo de la sección del conductor para la instalación de exterior.....	11
4.2 Cálculo de la sección del conductor para alimentación del equipo de excavación.....	12



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Balance de potencias.....	8
Tabla 2 - Resumen de potencias	9
Tabla 3 - Características de conductor de cobre.....	11

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Esquema de suministro eléctrico	6
Ilustración 2 - Esquema de la línea eléctrica para las instalaciones	11
Ilustración 3 - Intensidades de la línea eléctrica para las instalaciones	12
Ilustración 4 - Esquema de la línea para el equipo de excavación.....	12



1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudia la instalación eléctrica necesaria para el suministro de energía durante la construcción del túnel teniendo en cuenta la normativa correspondiente.

Con el desarrollo de los equipos de excavación, cada vez mas mecanizados y con mayores prestaciones técnicas, se ha acrecentado la potencia empleada en los frentes de trabajo y la electricidad es presente como la fuente de energía mas adaptada a las exigencias actuales por su limpieza y disponibilidad de elevadas potencias, presentado únicamente el inconveniente de necesitar alimentación por cable.

Frente a la energía producida por los equipos diesel, la energía eléctrica proporciona mejores rendimientos, mayor fiabilidad, facilidad de programación, automatización y coordinación, además de una total limpieza por la no emisión de humos, si bien los equipos diesel son autónomos y fácilmente desplazables a velocidades elevadas con gran autonomía.

Tanto las ventajas de la energía eléctrica como la generada por los motores de combustión son deseables en las obras subterráneas por lo que en muchos casos se ha llegado a soluciones de equilibrio. En el caso de excavación por medios convencionales, no tuneladoras, habitualmente tanto los jumbos de perforación como los robots de gunitado, se desplazan con motores diesel pero al llegar a su lugar de trabajo necesitan un punto de conexión ya que trabajan con energía eléctrica, consiguiendo así desplazamientos fáciles, rápidos e independientes al tiempo que un mejor rendimiento y un espacio de trabajo libre de humos.

Las instalaciones eléctricas para las obras subterráneas consisten por tanto en un punto de suministro situado en el exterior, el cual alimenta tanto a las instalaciones específicas situadas en el portal como al propio frente de excavación, que avanza con el tiempo. Se trata de instalaciones temporales, móviles, sometidas a condiciones de trabajo muy duras y en ambientes agresivos con agua, polvo, impactos etc. que requieren tratamiento especial, al igual que una cuidada vigilancia.



1.1 NORMATIVA

- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, incluyendo las ITCs complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e ITC del Real Decreto 842/2002.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e ITCs complementarias.
- Directiva ATEX 94/9/CE denominada ATEX 95 (antes ATEX 100a) y transpuesta a nuestra legislación por el Real Decreto 400/1996 “Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmosferas potencialmente explosivas”.
- Directiva ATEX 1999/92/CE denominada ATEX 137 (antes ATEX 118 a) y transpuesta a nuestra legislación por el Real Decreto 681/2003 “Disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de las atmosferas explosivas”.
- Normas de aplicación específicas de los diferentes equipos utilizados.

2. PLANTEAMIENTO GENERAL

A la hora de plantear una instalación eléctrica se debe tener en cuenta la finalidad de la misma, los equipos eléctricos que se van a utilizar, los distintos frentes de trabajo, las posibles simultaneidades y las fuentes de suministro.

Durante la excavación existen dos lugares principales a los que es preciso suministrar energía eléctrica: las instalaciones exteriores y los frentes de trabajo. Habitualmente las instalaciones de exterior se alimentan directamente de los puntos de distribución o generación de energía situados en los portales de acceso, mientras que para la alimentación de los frentes de trabajo se suele extender una línea de fuerza a medida que avanzan las excavaciones, instalando al final de la misma un nuevo punto de distribución en el que se pueden conectar las diferentes máquinas y equipos eléctricos.

El esquema de distribución que se empleara es el siguiente:

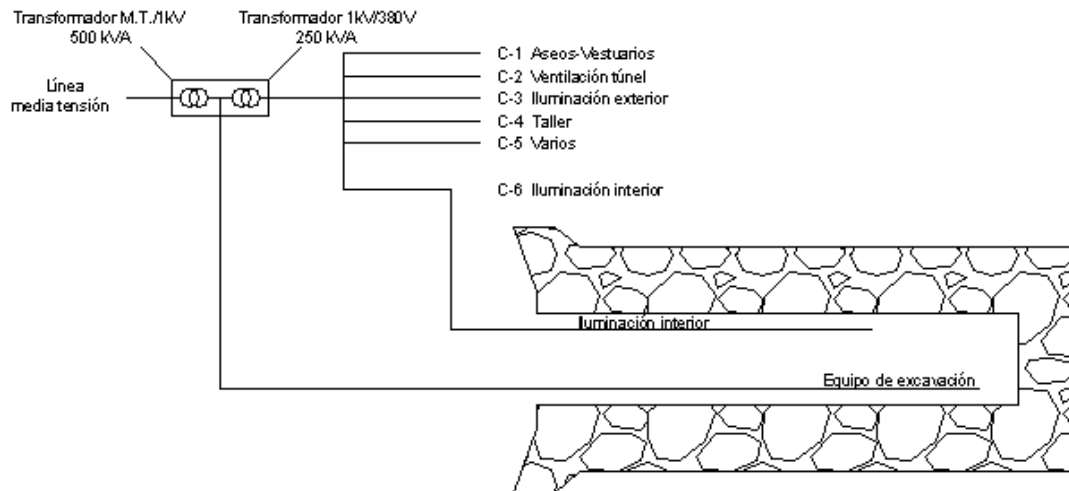


Ilustración 1 - Esquema de suministro eléctrico

2.1 SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

Para el suministro eléctrico existen dos opciones: realizar una acometida general a una red de suministro o emplear grupos electrógenos para generación de la propia energía. La elección de uno u otro es económica y de disponibilidad, valorando en cada caso los costes de instalación y consumos, los plazos de entrega etc.

En nuestro caso a poca distancia de la ubicación de la obra se encuentra una línea de media tensión que abastece a una localidad cercana, por lo que podría ser una opción de abastecimiento a valorar antes que utilizar grupos electrógenos.

3. BALANCE DE POTENCIAS

Para estimar la potencia eléctrica necesaria para las obras hay que realizar el cálculo eléctrico de la instalación, el cual se debe desarrollar desde los puntos de consumo situados al final de las líneas de suministro hacia el exterior.

Para determinar la máxima demanda de energía se efectúa una estimación de la potencia instalada en cada zona. De la potencia instalada (potencia activa útil instalada en KW) se deduce el consumo máximo esperable en cada punto, de acuerdo con la simultaneidad de trabajos y según el nivel de demanda de cada máquina o grupo de máquinas. Para ello se aplica un coeficiente reductor de carga



(entre 0,6 y 0,9) que simula el hecho de que las máquinas no siempre trabajan a la carga nominal y un coeficiente de simultaneidad (0 o 1) que tiene en cuenta el trabajo alternativo de las diferentes máquinas en el frente de excavación. Se obtiene así la potencia activa en KW instalada en cada punto.

Considerando la potencia reactiva de la instalación (el coseno de ϕ en este tipo de obras es de aproximadamente 0.8) y el rendimiento de la instalación representado por la potencia activa realmente absorbida (alrededor del 95%) se obtiene la potencia teórica a suministrar en kVA. Considerando adicionalmente un margen de seguridad (20-25%) para evitar calentamientos excesivos y en previsión de ampliaciones futuras muy habituales, se obtiene la potencia a suministrar en kVA en cada zona.

Finalmente, considerando el funcionamiento global de todos los puntos de consumo en el momento de sus máximas necesidades y de acuerdo con el plan de obra, es posible establecer la potencia máxima demandada en kVA a suministrar ya sea por la red o por los grupos electrógenos.

Con la potencia en KVa necesaria en cada punto es posible elegir el transformador tanto de la subestación principal, cuando exista, como de los distintos transformadores de interior y exterior, eligiendo el que más se ajuste a las necesidades, teniendo en cuenta que la elección del transformador se debe ajustar a las potencias normalizadas (en KVA).

En el siguiente cuadro se recoge el balance de potencias distribuidas en la ejecución de nuestro túnel.



Balance de potencia: excavación de túnel con rozadora							
		Potencia eléctrica (kw)					
Circuito	Descripción	Instalada			C. Red.	C. Simul.	Consider.
		Uds.	Unitaria	Total			
C-1	Instalaciones de exterior Aseos, Vestuarios	1	6	6	0,3	1	1,8
C-2	Ventilación túnel	1	80	80	0,85	1	68
C-3	Iluminación exterior	8	1	8	1	1	8
C-4	Taller	1	30	30	0,7	1	21
C-5	Varios	1	20	20	0,7	1	14
C-6	Iluminación interior	100	0,075	7,5	1	1	7,5
Potencia activa en el exterior		151,5					112,3
	Frente de excavación						
C-7	Rozadora	1	180	180	0,8	1	144
C-8	Iluminación frente	3	1,4	4,2	1	1	4,2
C-9	Varios	1	5	5	0,3	1	1,5
Potencia activa en el frente		190					150

Tabla 1 - Balance de potencias



Resumen de potencia en instalaciones de exterior	
Potencia instalada	133,5
Potencia máxima simultanea	112,3
Potencia activa absorbida (rendimiento 95%)	118,2
Equivalente en KVA. ($\cos \varphi = 0,8$)	147
Potencia a suministrar con reserva del 20%	176
Potencia a instalar/contratar	200
Resumen de potencia en el frente de excavación	
Potencia instalada	190
Potencia máxima simultanea	150
Potencia activa absorbida (rendimiento 95%)	157
Equivalente en KVA. ($\cos \varphi = 0,8$)	197
Potencia a suministrar con reserva del 20%	238
Potencia a instalar/contratar	250
Potencia total instalada / contratada	
Potencia instalada	323.5
Potencia máxima simultanea	255.3
Potencia activa absorbida (rendimiento 95%)	267.8
Equivalente en KVA. ($\cos \varphi = 0,8$)	336
Potencia a suministrar con reserva del 20%	405
Potencia a instalar/contratar	500

Tabla 2 - Resumen de potencias



4. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

El cálculo de secciones de líneas eléctricas es un método de cálculo para obtener la sección idónea del conductor a emplear, siendo este capaz de:

- Transportar la potencia requerida con total seguridad.
- Que dicho transporte se efectúe con un mínimo de pérdidas de energía.
- Mantener los costes de instalación en unos valores aceptables.

Cálculo por caída de tensión:

La caída de tensión (ΔV) se produce como consecuencia de la resistencia de los conductores.

En líneas de corriente alterna trifásica la sección del conductor se calcula como:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta V}$$

Dónde:

ΔV es caída de tensión en voltios

$\cos\varphi$ es el factor de potencia activa.

L es la longitud del cable en metros.

ρ es la resistividad en Ωm .

El conductor utilizado será de cobre del tipo RV-K 0,6/1kV tetrapolar.

Para la elección de la sección del conductor se utiliza la siguiente tabla:

CONDUCTOR DE COBRE							
Sección Nominal	Características físicas			Características eléctricas			
	Diámetro exterior aproximado	Peso aproximado	Radio mínimo curvatura	Intensidad admisible en régimen permanente		Caída de tensión entre fases	
				Cable enterrado 25°	Cable al aire 40°C	Cos $\varphi=0,8$	Cos $\varphi=1$
mm ²	mm	Kg/Km	mm	A	A	V/A. Km.	V/A. Km.
4G1,5	9,92	140	40	28	17	23,605	29,374
4G2,5	10,93	190	45	40	25	14,197	17,624
4G4	12,22	255	50	52	34	8,838	10,932
4G6	13,55	345	55	66	44	5,918	7,288
4G10	15,85	535	65	88	61	3,456	4,218
4x16	18,27	775	75	115	82	2,216	2,672
4G16	18,27	775	75	115	82	2,216	2,672
4x25	22,36	1.175	90	150	110	1,457	1,723
4x35	25,07	1.580	125	180	135	1,055	1,224
4x50	29,21	2.205	150	215	165	0,758	0,852
4x70	35,47	2.905	160	260	210	0,556	0,601
4x95	41,27	3.755	180	310	260	0,438	0,455
4x120	47,77	4.800	205	355	300	0,358	0,356
4x150	54,00	5.940	225	400	350	0,302	0,285
4x185	61,23	7.205	250	450	400	0,262	0,234
4x240	71,54	9.550	340	520	475	0,215	0,177

Tabla 3 - Características de conductor de cobre

4.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR PARA LA INSTALACIÓN DE EXTERIOR

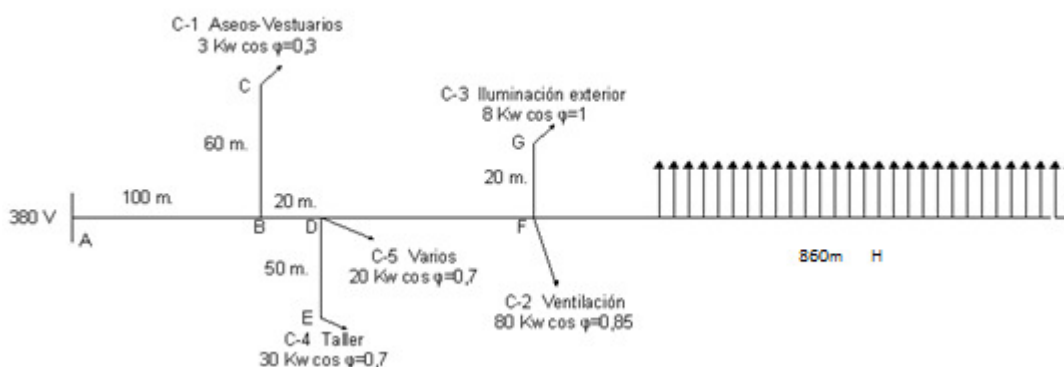


Ilustración 2 - Esquema de la línea eléctrica para las instalaciones

La instalación de interior estará alimentada a una tensión de 380V y la caída de tensión máxima será del 5%

Cálculo de las intensidades						
I _C	I _D	I _E	I _F	I _G	I _H	I _{Total}
15,19/-72,54°	43,40/-45,57°	65,11/-45,57°	143/-31,78°	12,5/0°	11,39/0°	280/-36,55°

Ilustración 3 - Intensidades de la línea eléctrica para las instalaciones

$$\Delta V_{AH} = 0,05 * 380 = 19V$$

$$19 = \frac{\frac{1}{56}}{S_{conductor}} * \sqrt{3} * \left[\sum L * I * \cos \varphi \right]$$

$$S_{Conductor} = 79,53 \text{ mm}^2$$

El conductor elegido es RV-K 0,6/1kV cuya sección nominal es 4x120mm² y una intensidad admisible de 300 A.

4.2 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR PARA ALIMENTACIÓN DEL EQUIPO DE EXCAVACIÓN.

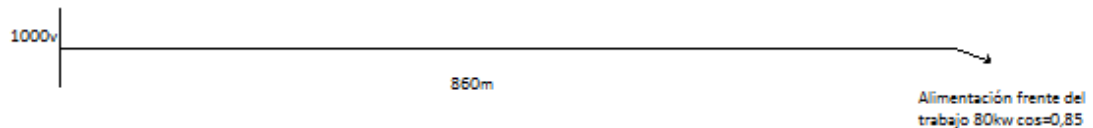


Ilustración 4 - Esquema de la línea para el equipo de excavación

El equipo de excavación está alimentado a una tensión de 1kV y la caída de tensión máxima admisible será del 5%.

La intensidad del tramo tiene un valor de 54,34/-31,78° A.

$$\Delta V_{AH} = 0,05 * 1000 = 50V$$

$$50 = \frac{\frac{1}{56}}{S_{conductor}} * \sqrt{3} * \left[\sum L * I * \cos \varphi \right]$$

$$S_{Conductor} = 24,57 \text{ mm}^2$$

El conductor elegido es RV-K 0,6/1kV cuya sección nominal es 4x25mm² y una intensidad admisible de 110 A.



ANEJO XIII

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
2.1. Metodología de la evaluación	4
3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	5
3.1 Actividades del proyecto productoras de impactos.....	5
3.2 Fase de construcción.....	5
3.2.1. Ejecución túnel.	6
3.2.2. Señalización y balizamiento.	6
3.2.3. Seguridad y salud en el trabajo.	7
3.2.4. Mano de obra y actividad en el sector de la construcción.	7
3.3. Otros impactos destacados.	8
3.3.1. Impacto sobre la fauna.	8
4. ESTUDIOS DE INSTALACIONES AUXILIARES	8
5. MEDIDAS PREVENTIVAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.....	8
5.1. Medidas preventivas de carácter general.....	9
5.1.1. Control y delimitación del uso del suelo.....	9
5.1.2. Jalonamiento del terreno.	9
5.1.3. Recogida y tratamiento de la tierra vegetal.	10
5.1.4. Entoldado de las cajas de los camiones de la obra y acopios de tierra vegetal.....	11
5.1.5. Riego de los caminos de obra y áreas de tránsito de camiones y maquinaria.	11
5.1.6. Protección del sistema hidrológico.	11
5.1.7. Laboreo y acondicionamiento de las superficies degradadas por las obras.	12



5.2. Medidas correctoras.....	12
5.2.1. Plan de revegetación.....	12
5.2.1.1. Objetivo.....	12
5.2.1.2. Funciones de la revegetación.....	14
5.2.1.3. Restauración paisajística.....	15
5.2.1.4 Condiciones de mantenimiento y estabilidad.....	16
5.2.2. Plan de incendios.....	16
5.3. Medidas compensatorias.....	19
6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	20
6.1. Misiones de la vigilancia ambiental.....	21
6.1.1. Misiones del contratista.....	21
6.1.2. Misiones de la dirección de obra.....	23
6.2. Estructura del programa de vigilancia ambiental.....	25
6.2.1. Plan de seguimiento de los trabajos de desbroce y retirada de la cobertura vegetal.....	26
6.2.2. Plan de seguimiento para la obtención y almacenamiento de las semillas autóctonas.....	26
6.2.3. Plan de seguimiento de los trabajos de revegetación.....	27
6.2.4. Plan de seguimiento del paisaje.....	28
6.2.5. Plan de seguimiento arqueológico-paleontológico.....	28



1. INTRODUCCIÓN

En el presente se describen los trabajos medioambientales integrados en los estudios correspondientes al *“Proyecto de excavación y sostenimiento del túnel para la variante de la carretera N-621 en Potes”*.

El contenido de este documento está integrado por una descripción general de del proyecto y a continuación un apartado en el que se expone el cumplimiento en el proyecto de las condiciones establecidas en la declaración de impacto ambiental del estudio informativo.

Posteriormente se incluye el programa de vigilancia ambiental, en el que se establece un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras establecidas.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se trata de la ejecución de un túnel que formará parte de la nueva N-621 que permitirá reducir el tiempo de tránsito y mejorar el trazado de la actual carretera, ya que de este modo se elimina el riesgo de pasar por carreteras estrechas y los riesgos existentes al atravesar núcleos urbanos.

2.1. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

La evaluación ambiental que se hace en esta fase de Proyecto de Construcción analiza aquellos elementos del entorno necesarios para definir y concretar las medidas correctoras necesarias que minimicen el impacto ambiental producido por las obras.

Las actividades y fases implicadas en esta evaluación se recogen a continuación:

- Recopilación de datos bibliográficos y cartográficos de la zona, aquellos propios del proyecto de construcción que permiten prever las necesidades concretas de actuación bajo el punto de vista medioambiental.



- Análisis de la información disponible en trabajos anteriores o de similares características.
- Trabajo de campo correspondiente, con el fin de precisar, delimitar y completar detalles particulares.
- Descripción del medio en el que se enclava el tramo de actuación.
- Determinación de impactos producidos en las diferentes actividades tanto durante la fase de construcción como de explotación y mantenimiento.
- Determinación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias
- Definición del Plan de vigilancia ambiental acorde a las necesidades y exigencias de esta actuación.

3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

3.1 ACTIVIDADES DEL PROYECTO PRODUCTORAS DE IMPACTOS

Se ha procedido a la identificación de las acciones productoras de impactos y de sus efectos en el medio en las fases de construcción y de funcionamiento.

Se han considerado como actividades más destacadas en el proyecto en relación con los impactos susceptibles de producirse, las siguientes:

- Ejecución trazado (túnel).
- Señalización, balizamiento y defensas en toda la longitud de actuación.

En cada fase, construcción, posteriores a la redacción del proyecto, se analizarán los impactos producidos como consecuencia de las actividades consideradas anteriormente.

3.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN

En la fase de construcción, las posibles acciones de impacto identificadas son las siguientes:

- Obras de explanación (ejecución del túnel en nuestro caso)



- Señalización, balizamiento
- Seguridad y salud
- Mano de obra y actividad en el sector de la construcción

3.2.1. EJECUCIÓN TÚNEL.

Las causas de impacto son:

- Eliminación de cobertura vegetal.
- Emisión de ruidos y vibraciones.
- Emisión de polvo y producción de barro.
- Emisión de gases y partículas.
- Generación de materiales para depositar en vertederos.
- Tráfico de vehículos pesados.
- Ocupación de suelo permanente.
- Ocupación de suelo temporal por acopio de materiales.
- Compactación de suelo.
- Contaminación de las aguas de escorrentía.

3.2.2. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.

Al señalar el trazado de la carretera se pretende canalizar el tráfico, informar y aumentar la seguridad, eficacia y comodidad del usuario de la misma, tanto con las señalizaciones y balizamientos provisionales como definitivos.

Las actuaciones susceptibles de impacto se detallan a continuación:

- Pintado provisional durante la ejecución de las obras, de líneas reflexivas laterales, de eje de la carretera y símbolos necesarios para la correcta señalización de la obra, con el fin de delimitar las diferentes zonas de calzada.



- Colocación de señales provisionales de prescripción, indicativas y orientativas dentro de cada tramo de actuación, según la 8.1-I.C.
- Disposición de barrera de seguridad en las zonas que indique el proyecto.

Como causas de impacto debidas a la señalización de la carretera se pueden destacar:

- Aplicación de pinturas, ligantes y pigmentos.
- Aplicación de productos plásticos de dos componentes de aplicación en frío.
- Emanación de gases.
- Vertidos accidentales de pinturas.
- Introducción elementos antrópicos en el paisaje.
- Incremento de la seguridad del usuario en las zonas de obra.

3.2.3. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

Se refiere al establecimiento de las directrices que regirán durante la ejecución de las obras en relación con la prevención y evitación de riesgos de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros. Este punto cuenta con su propio anejo en el cual lo analizaremos con mayor profundidad.

3.2.4. MANO DE OBRA Y ACTIVIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

La ejecución de las obras repercute en la mano de obra y en general, en la actividad en el sector de la construcción, ya que se produce un aumento de la mano de obra y un mayor consumo de productos relacionados con la construcción.

Las causas de impacto son:

- Aumento del volumen de negocio.
- Generación/mantenimiento de mano de obra.
- Riesgo de accidentes laborales.



3.3. OTROS IMPACTOS DESTACADOS.

3.3.1. IMPACTO SOBRE LA FAUNA.

Las especies con mayor probabilidad de ser afectadas por la obra son las relacionadas con el hábitat terrestre.

Los impactos sobre estas especies se producirán durante la fase de construcción centrándose en dos aspectos, por una parte destrucción de hábitats y por otra el cambio temporal en la condiciones del medio.

4. ESTUDIOS DE INSTALACIONES AUXILIARES

El parque de maquinaria se situará sobre las zonas consideradas aptas para su ubicación y tras la aprobación de la Dirección de Obra. Será impermeabilizado mediante una solera de asfalto o mortero. Por otra parte, se instalarán cunetas perimetrales que garantizarán la no contaminación del sistema hidrológico y balsas de decantación.

5. MEDIDAS PREVENTIVAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

El presente capítulo describe las medidas para la prevención y corrección de las afecciones derivadas de la construcción del túnel de la variante de la N-621.

La ejecución de la obra en proyecto producirá una mejora de la comunicación que permitirá un tráfico con mayores garantías de seguridad, tanto a los vehículos como a los peatones que circulen por ella.

La mejora ha de ser compatible con la conservación de los valores ambientales de su entorno.



El proyecto da lugar a un conjunto de impactos que si bien no se consideran críticos, en algunas zonas requieren medidas que ayuden o aceleren la recuperación ambiental.

Por otra parte, se requieren medidas preventivas para evitar que actuaciones de escaso impacto puedan en la práctica alcanzar efectos notables.

5.1. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

5.1.1. CONTROL Y DELIMITACIÓN DEL USO DEL SUELO.

La clasificación ambiental del territorio afectado por el trazado condiciona la organización de la obra. Se distinguen dos tipos de zonas, dadas las características del territorio, las zonas excluidas y las zonas admisibles.

Las zonas excluidas son aquellas de interés especial por sus valores paisajísticos, de fauna, vegetación, valores culturales, ecológicos, turísticos, etc. En estas zonas no se podrá efectuar ningún tipo de actividad de la obra, como vertederos, instalaciones auxiliares, acopios, vertidos, etc.; así como tampoco ningún tipo de instalaciones fijas para la fase de explotación.

En las zonas admisibles no hay restricción alguna. Se considera el espacio restante que no ha sido calificado como zona excluida. No obstante, el Director de Obra deberá hacer una inspección y, a la vista de lo examinado, determinará donde se ubicarán las instalaciones de las zonas de acopio de materiales, instalaciones provisionales, parque de maquinaria, etc.

Las instalaciones provisionales deberán figurar delimitadas por su perímetro, valladas y cerradas, para evitar intrusiones y accidentes. Terminadas las obras, se demolerán las estructuras, que se llevarán a vertedero autorizado.

5.1.2. JALONAMIENTO DEL TERRENO.

El jalonamiento del terreno se realizará durante la fase de construcción de tal manera que el tráfico de maquinaria asociado a esta etapa y las instalaciones que



puedan ser necesarias no afecten superficies de gran valor ambiental, o fuera de estrictamente necesarias.

Para minimizar la superficie alterada -ocupación del suelo y afección a la cobertura vegetal –como consecuencia de la ejecución de las obras de la nueva infraestructura-, se realizará el jalonamiento del terreno para evitar la afección o remoción de los terrenos externos a las superficies que van a ser directamente afectadas por las mismas.

La línea de jalonamiento será la definida por la zona de ocupación estricta del trazado, en aquellas zonas con mayor valor ambiental, con objeto de minimizar la ocupación de suelo y la afección a la vegetación, o elementos patrimoniales de interés.

El jalonamiento del terreno se realizará antes del inicio de la actividad de la obra y se retirará una vez finalizada la misma, de tal manera que el tráfico de maquinaria asociado a esta etapa y las instalaciones que puedan ser necesarias, no afecten superficies fuera de las previstas.

El jalonamiento provisional será claramente visible, consistente y de difícil desplazamiento, dejando una altura mínima de 50 cm. entre la cota del suelo y el límite inferior de la malla del cerramiento. Esta señalización estará formada por estacas y un cordel que los enlace a todo lo largo que se establezcan en la actividad de obra y las áreas de mayor calidad ambiental.

El personal y maquinaria de la obra no podrán rebasar los límites señalados por los jalones y su cordel quedando a cargo del equipo de jefe de obra la responsabilidad en el control de cumplimiento de esta prescripción.

5.1.3. RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LA TIERRA VEGETAL.

Como labor previa al comienzo de la obra, y para evitar la destrucción directa del suelo en aquellas zonas en que presenta una mayor calidad, éste será retirado de forma selectiva, acopiando los primeros veinte (20) centímetros.



5.1.4. ENTOLDADO DE LAS CAJAS DE LOS CAMIONES DE LA OBRA Y ACOPIOS DE TIERRA VEGETAL.

Con el propósito de evitar que el viento extienda polvo y partículas en suspensión en los alrededores, se procederá a entoldar los camiones durante el traslado de tierras procedentes de las obras. Igualmente, los acopios serán recubiertos con toldos específicos al uso cuando las condiciones climatológicas así lo aconsejen y lo estime conveniente el Director de Obra.

5.1.5. RIEGO DE LOS CAMINOS DE OBRA Y ÁREAS DE TRÁNSITO DE CAMIONES Y MAQUINARIA.

Para evitar levantamiento de polvo al paso de vehículos y maquinaria, se procederá a regar las áreas de tránsito en aquellas épocas en que la climatología y sequedad ambiental lo requieran.

5.1.6. PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO.

Para asegurar la calidad de las aguas y en general la protección del sistema hidrológico del río Deva, se adoptarán un conjunto de medidas tanto durante la fase de obras, como en la fase de explotación, cuyo objetivo es evitar o minimizar las posibles afecciones motivadas por vertidos accidentales.

Se evitará durante las obras el vertido de residuos sólidos y líquidos directamente a los cauces o a zonas próximas desde las cuales pudiera verse alterada la calidad del agua por escorrentía.

El constructor deberá presentar un plan de recogida de residuos sólidos y líquidos, que contemplará además las precauciones que se tomarán para evitar vertidos accidentales y las acciones a realizar en caso de que estos se produzcan.

Las instalaciones auxiliares se ubicarán fuera de las superficies de mayor permeabilidad, nunca en las zonas de infiltración rápida, vega de inundación o el propio cauce. Se establecerá un drenaje perimetral con objeto de evacuar las aguas que les lleguen desde el terreno natural. Se cubrirán con tierra vegetal recuperada de taludes y se hidrosembra de forma inmediata las superficies según se finalicen.



Con objeto de mantener las condiciones hidrogeológicas que existen actualmente, en las zonas dedicadas a vertederos, se ejecutará la instalación de material drenante en la zona inferior del relleno, sobre el que se dispondrá el material sobrante. Este material drenante se prolongará a ambos pies del terraplén y se protegerá de las capas superiores mediante la interposición de un geotextil con condición de filtro que evitará su contaminación, o la erosión del terreno.

Además, se dispondrán barreras de retención de finos en los perímetros de los vertederos para evitar la contaminación por finos y limitar la turbidez de las aguas superficiales.

Los aceites usados se recogerán para su traslado a puntos de recogida autorizados.

5.1.7. LABOREO Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS SUPERFICIES DEGRADADAS POR LAS OBRAS.

Como tarea previa a la conclusión de las obras, se procederá a reacondicionar los suelos mediante la retirada de escombros y materiales de obra y un posterior laboreo de todas las tierras compactadas.

5.2. MEDIDAS CORRECTORAS.

5.2.1. PLAN DE REVEGETACIÓN.

5.2.1.1. OBJETIVO.

El Plan de Revegetación tiene por objeto definir las actuaciones de materia de revegetación del talud generado en la excavación del túnel y superficies de obra (parques de maquinaria, vertederos, instalaciones auxiliares, etc.) afectadas por la obra.

Los objetivos son:

- Integrar paisajísticamente la obra en el entorno lo mejor y más rápidamente posible.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Proporcionar rápidamente una defensa contra la erosión mediante una cubierta vegetal permanente y de bajo mantenimiento.
- Compensar la pérdida de cubierta vegetal debida a las obras.
- Compensar en la medida de lo posible la pérdida de hábitat para la fauna.

Además, la revegetación de los terrenos afectados puede ayudar al guiado óptico de los conductores, aparte de cumplir otras funciones de tipo psicológico (proporcionar variedad y cambios visuales para evitar el aburrimiento), de seguridad vial (colaboración a evitar aludes de nieve), etc.

Para lograr estos objetivos es necesario combinar las técnicas más adecuadas para lograr una implantación vegetal rápida y duradera, con el mínimo posible de fallos, por lo que se opta por utilizar hidrosiembras y plantaciones de especies arbustivas y arbóreas en contenedor (aunque, si la restauración tiene lugar en período favorable de la detención de la savia, cabe hacerlas a raíz desnuda, dependiendo de la especie).

La hidrosiembra se hará en dos o más pasadas con una mezcla de especies herbáceas y/o arbustivas para proporcionar una cubierta rápida, una defensa inicial contra la erosión y una primera etapa de integración paisajística. Las especies características utilizadas son gramíneas y leguminosas. Debido a la imposibilidad de obtener ciertas especies autóctonas en vivero, es preciso definir una campaña de recogida de estas semillas en campo, su almacenamiento posterior en lugar y bajo condiciones adecuadas, para su posterior utilización.

Por otra parte está demostrada la importancia de dos aspectos básicos de la restauración vegetal: el acopio de la mayor cantidad posible de tierra vegetal y su buena conservación hasta el momento del empleo, -que se hará con especial economía y esmero-, es un seguro para el éxito de toda la revegetación.

Se aplicarán las normas técnicas habituales para el acopio, gestión y empleo de tierras vegetales, cuidando especialmente los siguientes aspectos:

- Se extraerá la mayor parte posible de tierra vegetal, asegurando mediante catas el buen trabajo de las máquinas. Como referencia puede considerarse



que la capa de tierra vegetal identificada en el tramo estudiado está comprendida en torno a los veinte (20) cm. de espesor

- Se realizarán acopios en caballones de altura inferior a dos (2) metros de alto, procurando la menor compactación
- Se realizarán pequeños ahondamientos en la capa superior de los acopios para evitar el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de sus laterales por la erosión
- Los acopios se situarán en zonas de poca pendiente, en emplazamientos libres de riesgos de inundación, arrastres debidos a la pendiente o al agua, acumulación de polvo, paso de maquinaria pesada y vehículos, etc.
- Si se demora el tiempo de reutilización, se restañarán las erosiones producidas por la lluvia y se mantendrá cubierto el caballón mediante siembra con una mezcla de gramíneas y leguminosas de protección (una mezcla de Festuca rubra, Agrostistenuis y Lupinushispanicus puede ser suficiente), y proporcionando los riegos necesarios.

Finalmente, la selección de las especies vegetales más indicadas para la zona lleva la atención inicialmente (y a la postre también por otras razones) a las autóctonas y propias de los sistemas naturales del área de estudio.

La capacidad de adaptación de la flora local a las condiciones del territorio (altitud, régimen climatológico, sustrato, exposición, etc.) permite encontrar suficientes especies de carácter colonizador o de crecimiento suficientemente rápido como para satisfacer las necesidades de la restauración y sitúa al grupo de especies autóctonas entre las idóneas.

Complementariamente, las especies autóctonas permiten la integración paisajística más exigente, ya que puede hacerse corresponder la fisionomía de la cubierta implantada con la de las formaciones seriales propias de la zona.

5.2.1.2. FUNCIONES DE LA REVEGETACIÓN.

La revegetación es un sistema de corrección de las alteraciones paisajístico-ambientales muy flexible y capaz de resolver situaciones muy variables.



Además de permitir la reducción de los impactos paisajísticos, entre las funciones de la revegetación destacaremos la defensa eficaz del terreno contra los procesos erosivos y el restablecimiento de unas condiciones ecológicas elementales que favorezcan el proceso de colonización vegetal.

Mediante la instalación de masas o pantallas vegetales, la revegetación puede servir para ocultar elementos antiestéticos o para la lucha contra el ruido, el polvo o el viento.

También hace posible en ocasiones la devolución de usos agrícolas (como es el caso de los vertederos) o forestales a los terrenos afectados.

Además, al controlar y reducir la erosión, la revegetación de zonas alteradas influye directamente en la estabilidad de los cursos de agua y en el mantenimiento de las condiciones ecológicas de los ríos.

En el caso de los terrenos marginales, la revegetación con especies autóctonas constituye una oportunidad para reconstruir sistemas ecológicos naturales, compensando de algún modo las alteraciones producidas.

5.2.1.3. RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA.

El paisaje se considera actualmente como un concepto globalizador, en el que se combinan tanto el conjunto de elementos del medio biofísico como la componente perceptiva y emocional, y constituye un recurso natural especialmente valioso.

La vulnerabilidad que presenta frente a la intervención humana puede adquirir una protección específica, particularmente para aquellas zonas que aún conservan un paisaje natural de alto valor.

La revegetación de zonas denudadas resuelve de la mejor manera posible la degradación del paisaje producida por las obras de acondicionamiento. Las discontinuidades, rupturas y contrastes que ocasiona en el paisaje pueden eliminarse u ocultarse con el empleo de la vegetación.



5.2.1.4 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y ESTABILIDAD.

El mantenimiento se reducirá al seguimiento del arraigo y desarrollo de las siembras y plantaciones y a las medidas de control para que la vegetación no invada las calzadas. El seguimiento y control de la revegetación permitirá conocer el éxito de los tratamientos y corregir los fallos de cobertura o las marras de plantación, determinar las necesidades de riegos y de abonado periódico durante los 3 años siguientes a la conclusión de las obras y a las siegas o desbroces mecánicos (nunca con sustancias fitocidas) necesarios para evitar que la vegetación invada las calzadas (uno o dos cortes al año).

Cuando se realicen siegas y desbroces mecánicos en zonas plantadas con árboles y arbustos se deberá poner especial cuidado en no dañar las plantaciones. Es frecuente que árboles y arbustos sean dañados severamente por las segadoras de hilo, por cortes en la base de las plantas leñosas que llegan a matarlas o a comprometer seriamente su desarrollo.

5.2.2. PLAN DE INCENDIOS.

En el plan de aseguramiento de la calidad del adjudicatario de las obras se incluirá un plan de prevención y extinción de incendios tal y como se recoge en el condicionado ambiental. Durante la construcción de la obra se prestará especial atención a las actividades potencialmente más peligrosas, como los desbroces y las soldaduras.

En cualquier caso el plan incluirá el establecimiento de dispositivos de extinción a pie de obra. Dicho plan contendrá al menos las siguientes medidas preventivas y la dotación de extinción citada más adelante.

En relación al manejo de combustibles en la quema de matorrales y pasto:

- Deberá acomodarse a los periodos legislados en la zona.
- Antes de proceder a la quema se establecerá un cortafuegos perimetral, que será una franja desprovista totalmente de vegetación herbácea y leñosa, con la anchura necesaria para que pueda contenerse en ella el fuego, y que nunca será inferior a 2 metros.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Nunca se procederá a la quema sin presencia de personal suficiente provisto con reserva de agua suficiente.
- Se procederá a la quema los días en que esta sea lo mas favorable posible, como con humedad en el suelo, días con viento moderado, etc.
- Se mantendrá la vigilancia de la zona quemada hasta que el fuego este totalmente extinguido y el perímetro completamente frío.

En relación al manejo de combustibles en la quema de residuos y despojos:

- Cuando no sea posible la extracción del monte o eliminación por otros procedimientos, los restos de árboles y despojos de limpia se quemaran en el monte.
- Se preparara un claro en el monte, en el que se limpiara completamente la vegetación existente, en un círculo de 15 metros de diámetro. Dicho circulo será bordeado en su perímetro por una zanja de 50 cm. de anchura limpia de vegetación hasta el suelo mineral.
- Si la parcela esta en pendiente, en la franja perimetral y en la parte aguas abajo se dispondrá de una zanja con caballón para detener el posible material rodante.
- Los restos a quemar se situarán en el centro, apilados o amontonados de forma que su base no sobrepase una circunferencia de 5 metros. de diámetro. Se evitará la acumulación en los alrededores de más residuos de los que una buena organización haga imprescindible, y como mucho, el volumen que pueda quemarse en el día.
- Se dispondrá en la zona de reserva de suficiente agua y herramientas para la extinción de un posible foco. La quema se realizará en días húmedos y sin viento.
- Finalizada la quema, no se dejarán brasas, ni cenizas calientes, debiendo ser recubiertas con tierra y enfriadas con agua.
- La vigilancia será cubierta en todo momento, al menos, por una persona.



En relación con las hogueras:

- Solo podrá hacerse cuando expresamente no esté prohibido.
- Se elegirá un claro del terreno, que no tenga pendiente apreciable.
- Se limpiara de vegetación un círculo de 3 metros de diámetro como mínimo, alejando de troncos o leña seca, en cuyo centro se localizara la hoguera.
- El fuego se conservara en pequeñas dimensiones, de forma que pueda ser en cualquier momento controlado.
- La leña seca preparada para mantener el fuego se colocará siempre contra el viento.
- No debe nunca encenderse cuando haya viento apreciable, ni abandonar el lugar hasta media hora después de haber extinguido las brasas o cenizas cubriéndolas con tierra o enfriado con agua.

En relación con las personas fumadoras:

- Procurar no fumar en el monte.
- Asegurarse que las cerillas están completamente apagadas antes de tirarlas.
- No fumar mientras se camina a pie.
- Para fumar, aprovechar los descansos, deteniéndose en lugares limpios, o sobre rocas, nunca entre matorral o hierba seca.
- No arrojar colillas encendidas ni apagarlas sobre troncos secos, sino hacerlo contra piedra planas, en zonas despejadas o bien pisarlas y enterrarlas con el pie.

En relación con los vehículos a motor, como maquinaria, bulldozer, etc...:

- Vigilar los elementos mecánicos, como palas, rippers, cadenas, martillos, etc., que están en contacto con el suelo, piedras etc., ya que pueden producir chispas.



- Los colectores de escape de los motores de explosión impedirán la dispersión de chispas, e irán protegidos por una carcasa que asegure su aislamiento en caso de calentamiento.
- Deben llevar extintores o herramientas para sofocar un pequeño fuego.
- Caso de producirse un foco de incendio intentar extinguirlo lo mas rápidamente posible con sus propios medios, es la medida inmediata de actuación. Caso de no poder sofocarlo, ha de ser notificado inmediatamente a la guardería forestal. No obstante, notificar siempre el incendio una vez sofocado.

Es preciso disponer de un conjunto de herramientas contra incendios a pie de obra compuesto por:

- 1 ud de Hacha: de entre 0,5/1 kg. Siempre se debe disponer de una en los tajos, pues con ella podremos cortar ramas para intentar la sofocación de las llamas.
- 2 ud de Batefuegos: Herramienta con pala de goma y mango metálico largo y/o desmontable. (Golpear con la pala sobre el combustible en llamas y mantener la posición unos instantes. No aventar la llama)
- 2 ud de Extintor de Mochila: Depósito plástico de 17 a 20 litros de capacidad con manguito y lanza para aplicación del agua. (Arrojar el agua a la base de las llamas para enfriar el combustible que arde).
- 2 ud de Hacha-azada (Pulaski): Herramienta manual con parte de hacha y parte de azada para cavar el suelo y cortar el matorral. (Cortar y rozar el matorral hasta el suelo mineral).
- 1 ud de Palin: Pala pequeña con filo en el borde para cavar y arrojar tierra sobre las llamas.

5.3. MEDIDAS COMPENSATORIAS

Las medidas compensatorias más destacadas que se contemplan son:



- Con carácter general, se contempla la reposición de todos los cierres y servicios afectados.
- Reparación y mejora de todos los muros de mampostería existentes, en un estado tal que no requiera su sustitución.
- Mejora de los accesos más destacados en caminos vecinales y fincas.

6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El presente programa de vigilancia ambiental se elabora para el seguimiento y control de los impactos y de la eficacia de las medidas correctoras establecidas en el estudio de impacto ambiental, en las condiciones de la declaración de impacto ambiental y en las prescripciones del presente anejo de ordenación ecológica, estética y paisajística.

En el programa se detalla el modo de seguimiento de las actuaciones y se describe el tipo de informes y la frecuencia y período de su emisión.

El programa de vigilancia ambiental va dirigido a todos los participantes en el desarrollo del proyecto de construcción (contratista, dirección de obra, promotor, órgano ambiental competente), facilitando la labor de seguimiento y constatación de los siguientes puntos:

- Las medidas correctoras y directrices o normas derivadas del estudio de impacto ambiental, de la declaración de impacto ambiental y del anejo de ordenación ecológica, estética y paisajística del proyecto de construcción son aplicadas en la fase de obras y de explotación.
- La evolución del componente afectado es la prevista.

A continuación se exponen las misiones de la vigilancia ambiental para el contratista y para la dirección de las obras y, seguidamente, los puntos o actuaciones de vigilancia ambiental a desarrollar, en su caso, por ambas instancias.

Durante el plazo de garantía de la obra, hasta su recepción definitiva, la redacción de todos los estudios siguientes y el control de la calidad ambiental correrá por



cuenta del contratista, no siendo objeto de abono independiente. Será el director de obra quien determinará el alcance y la metodología de los estudios y controles.

6.1. MISIONES DE LA VIGILANCIA AMBIENTAL

Tanto el contratista como la dirección de la obra aportarán los medios suficientes para el desarrollo de las actuaciones del programa de vigilancia ambiental.

A continuación se reseñan las misiones específicas básicas.

6.1.1. MISIONES DEL CONTRATISTA.

Una primera previsión a incluir en el programa se refiere a ciertos requisitos y tareas a cumplimentar por el contratista, que son los siguientes:

1. Designación de una persona como interlocutor continuo con la dirección de obra responsable de la ejecución del programa de vigilancia ambiental que, sin perjuicio de las funciones del director de obra previstas en la legislación de contratos del estado, se responsabilizará de la adopción de las medidas correctoras, la ejecución del programa de vigilancia ambiental y de la emisión de los informes técnicos periódicos. A tal efecto, el plan de aseguramiento de la calidad de la obra deberá especificar el equipo responsable de la dirección ambiental de la obra.

Sus tareas serán las siguientes:

- Conocer el estudio de impacto ambiental, la declaración de impacto ambiental y el proyecto de medidas de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística, así como el resto de condiciones ambientales recogidas en el pliego de prescripciones de la obra.
- Elaborar, bajo la guía y supervisión de la dirección de la obra, todos los estudios necesarios sobre posibles variaciones en el proyecto, vertederos, pistas, etc.
- Investigar los aspectos del medio que puedan haber cambiado en el tiempo transcurrido entre la redacción del proyecto de la construcción y el comienzo de las obras.



- Controlar específicamente todo lo relativo a la tierra vegetal con objeto de recuperarla y utilizarla en la restauración de taludes de la explanación y otras superficies.
 - Replantar las actuaciones de la revegetación y estar al tanto de los encargos de material, comprobar calidad, realizar mediciones y otras comprobaciones, solicitar ofertas, etc.
 - Vigilar la ejecución de las pertinentes tomas de muestras de aguas, suelos, etc. Y su transporte al laboratorio correspondiente.
 - Asistir a la dirección de la obra en la disponibilidad de la cartografía y planos de las obras, en las visitas y controles propios, en la realización de proyectos parciales de cambios o mejoras, etc.
- 2.** Redacción de estudios ambientales de alternativas y planes de restauración y de revegetación de emplazamientos para plantas auxiliares (hormigonado, machaqueo, etc.) y otros depósitos temporales de materiales o de sobrantes, si hubiera cambios respecto a lo previsto en el proyecto de construcción.
- 3.** Cumplir el plan de gestión y actuaciones con la tierra vegetal procedente de la explanación. Delimitar los lugares y profundidades de excavación y los lugares para acopios, así como la manera de proceder en todos los casos para evitar compactaciones de la tierra vegetal.
- 4.** Previsión de medidas de precaución adoptadas para la salvaguarda en obras de las riberas que no deban ser ocupadas.
- 5.** Insistir en los cuidados sobre las superficies de rellenos y pies de taludes en relleno para que no queden con grandes piedras sueltas que no puedan ser cubiertas con tierra.
- 6.** Redacción de informes mensuales de los contratistas a la dirección de la obra, señalando previsiones e incidencias en lo tocante a:
- Medidas adoptadas o a adoptar para la protección de las riberas y cauces frente a las obras en sus inmediaciones.



- Estado final previsto o alcanzado en las superficies que van a llevar tratamiento vegetal.
- Modificaciones del proyecto que vayan pareciendo necesarias.
- Previsiones de los planes semanales de trabajo a indicar resumidamente sobre planos.

7. Mantener a pie de obra a un arqueólogo, al menos, durante los momentos de apertura de excavaciones y remoción de tierras. Antes de comenzar las obras avisará a la Conserjería de Cultura, Turismo y Deporte.

6.1.2. MISIONES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA.

Los cinco grandes grupos de trabajos ambientales que deben estar a cargo de la dirección de la obra son los siguientes:

1. Desarrollar y vigilar el desarrollo del proyecto y el desarrollo y cumplimiento del programa de vigilancia ambiental, de las medidas correctoras incluidas en el estudio de impacto ambiental, así como del condicionado impuesto por la declaración de impacto ambiental.

Revisar e informar al promotor sobre la ejecución de las medidas correctoras, con propuestas alternativas en su caso, y sobre el cumplimiento del condicionado ambiental.

Revisar la evolución de los componentes ambientales, comprobando el grado de ajuste con las previsiones del estudio de impacto ambiental.

2. Estudiar e informar sobre todas las cuestiones ambientales que se susciten por modificaciones o ajustes del proyecto o por la aparición de elementos del entorno no bien identificados o no suficientemente valorados en los documentos ya redactados. Aquí se incluye el planteamiento final del tratamiento de sobrantes y de las instalaciones auxiliares, en su caso.

3. Supervisar, controlar y recibir todos los materiales, condicionantes de ejecución y unidades de obra relacionadas con el acabado formal de superficies nuevas, con su acondicionamiento y con el tratamiento vegetal.



4. Contactar con el contratista en los momentos del replanteo para informarle acerca de los condicionantes y requerimientos ambientales.
5. Redacción del programa de vigilancia ambiental definitivo para la fase de explotación de la nueva vía.

Los informes a elaborar serán los siguientes:

- a) Antes del inicio de las obras: Plan de seguimiento ambiental para la fase de obras, con indicación expresa de los recursos humanos y materiales asignados.
- b) Comunicación del acta de comprobación del replanteo.
- c) Informes periódicos mensuales durante toda la fase de obras, sobre la implementación de las medidas correctoras incluidas en el estudio de impacto ambiental, en el condicionado de la declaración de la declaración de impacto ambiental y en el presente anejo de ordenación ecológica, estética y paisajística, con inclusión de los resultados del seguimiento arqueológico de la fase de movimiento de tierras.
- d) Antes de la emisión del acta de recepción de las obras:
 - Informe sobre la continuidad de los servicios existentes realmente mantenidos.
 - Informe sobre las medidas de protección del sistema hidrológico realmente ejecutadas.
 - Informe sobre las medidas de protección acústica realmente ejecutadas.
 - Informe sobre las actuaciones de protección del patrimonio arqueológico realmente ejecutadas.
 - Plan de seguimiento ambiental para la de fase de explotación.
- e) Anualmente y durante tres años, a partir de la emisión del acta de recepción de las obras:
 - Informe sobre niveles sonoros.



- Informe de la eficacia de las medidas de protección de la fauna y la vegetación.
- Informe sobre el estado y progreso de las áreas de recuperación incluidas en el proyecto de medidas de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística.

Se emitirá un informe especial siempre que se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo, tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento.

Del examen de esta documentación por parte del órgano ambiental competente podrán derivarse modificaciones de las actuaciones previstas, encaminadas a una mejor consecución de los objetivos de la declaración de impacto ambiental.

6.2. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El plan de vigilancia ambiental se ha estructurado en una serie de planes de seguimiento para cada uno de los elementos que componen el medio. A modo de resumen, se citan los planes de seguimiento a realizar durante la ejecución de las obras, así como la parte del medio que controla.

- Plan de seguimiento de las labores de desbroce, plan de seguimiento para la obtención de semillas y plan de seguimiento de los trabajos de revegetación para el control de la vegetación.
- Plan de seguimiento arqueológico para el control de la aparición de posibles yacimientos arqueológicos.

A todo esto hemos de añadir que el plan de vigilancia ambiental en lo referente al paisaje consistirá en la verificación de la ejecución de las medidas correctoras descritas para la integración paisajística de la obra. Para ello se aplicarán los planes de seguimiento de los trabajos de revegetación y conservación de hábitats.



6.2.1. PLAN DE SEGUIMIENTO DE LOS TRABAJOS DE DESBROCE Y RETIRADA DE LA COBERTERA VEGETAL.

El objetivo de este plan es la supervisión de las labores de replanteo y desbroce, así como la retirada de la cobertura vegetal en el entorno de la zona de ejecución de las obras que se concreta en lo siguiente:

- Equipo técnico y material: Dirección de obra (Ingeniero montes, forestal o biólogo).
- Lugar: Zona de afección de vegetación de interés, en especial zonas de ubicación de vertederos e instalaciones auxiliares.
- Controles a realizar: Supervisión de las labores de replanteo, de desbroce, y de retirada de la cobertura vegetal.
- Periodicidad: Al inicio de los trabajos de replanteo y desbroce en cada zona y mensualmente, mientras que duren los acopios de tierra vegetal.
- Umbral de impacto: Desbroce de vegetación, en zonas donde no sea imprescindible para la ejecución de la obra y pérdida de cobertura vegetal por erosiones de viento y lluvia.
- Unidad(es) de proyecto a la que es imputable: Ud de técnico superior medioambientalista con todo su equipo para el seguimiento ambiental sobre aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.

6.2.2. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS AUTÓCTONAS.

El objetivo de este plan es la verificación de la obtención y almacenamiento de las semillas autóctonas para las labores de revegetación en las zonas definidas que se concreta en lo siguiente:

- Equipo técnico y material: Dirección de obra (Ingeniero montes, forestal o biólogo).



- Lugar: Todo el trazado de la carretera afectada por el proyecto.
- Controles a realizar: Verificación de la obtención semillas autóctonas para las labores de revegetación y control de las condiciones de almacenamiento.
- Periodicidad: Al inicio de las obras con el objetivo de asegurar la viabilidad de la revegetación con material de la zona
- Umbral de impacto: No obtención de la cantidad de las semillas necesarias para ejecutar los trabajos de revegetación y no prestación de las condiciones adecuadas para su almacenamiento.
- Unidad(es) de proyecto a la que es imputable: Ud de técnico superior medioambientalista con todo su equipo para el seguimiento ambiental sobre aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.

6.2.3. PLAN DE SEGUIMIENTO DE LOS TRABAJOS DE REVEGETACIÓN.

El objetivo de este plan es la verificación de la correcta ejecución de los trabajos de revegetación en las zonas definidas que se concreta en lo siguiente:

- Equipo técnico y material: Dirección de obra (Ingeniero montes, forestal o biólogo) con el asesoramiento de personal especializado de la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria.
- Lugar: Todo el trazado de la carretera afectada por el proyecto.
- Controles a realizar: Verificación de la correcta ejecución de los trabajos de revegetación y muestreo vegetal para la determinación de la composición botánica de la parte de vegetación que ha germinado y su grado de crecimiento.
- Periodicidad: Durante la ejecución de la hidrosiembra en la fase de trabajos y a la finalización de los trabajos de acondicionamiento de la carretera, para el muestreo.



- Umbral de impacto: Ejecución deficiente de las siembras y plantaciones que no aseguren el mantenimiento y desarrollo de la vegetación en taludes de desmontes y terraplén.
- Unidad(es) de proyecto a la que es imputable: Ud de técnico superior medioambientalista con todo su equipo para el seguimiento ambiental sobre aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.

6.2.4. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PAISAJE.

El objetivo de este plan es la verificación de la ejecución de las medias correctoras descritas para la integración paisajística de la obra que se concreta en lo siguiente:

- Equipo técnico y material: Dirección de obra (Ingeniero montes, forestal o biólogo)
- Lugar: Todo el trazado de la carretera afectada por el proyecto.
- Controles a realizar: Verificación de la limpieza y retirada de elementos utilizados para la construcción del túnel.
- Periodicidad: Al final de las obras de acondicionamiento.
- Umbral de impacto: Ejecución deficiente de las siembras y plantaciones que no aseguren el mantenimiento y desarrollo de la vegetación en taludes de desmontes y terraplén.
- Unidad(es) de proyecto a la que es imputable: Ud de informe sobre el estado de la vegetación implantada en el proyecto de recuperación ambiental antes del acta de recepción de las obras.

6.2.5. PLAN DE SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO-PALEONTOLÓGICO.

El objetivo de este plan es el seguimiento de cualquier hallazgo de tipo arqueológico-paleontológica que se concreta en lo siguiente:

- Equipo técnico y material: Arqueólogo.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Lugar: Todo el trazado de la carretera afectada por el proyecto.
- Controles a realizar: Verificación del no hallazgo de restos de este tipo.
- Periodicidad: Durante el periodo de excavación.
- Umbral de impacto: Destrucción de restos de alto valor histórico.
- Unidad(es) de proyecto a la que es imputable: Ud de visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras durante el periodo de movimiento de tierras incluido informe.

Índice de planos:

1. Índice del planos
2. Plano de situación
 - 2.1. Situación en España
 - 2.2. Situación en Cantabria
3. Planos del conjunto
 - 3.1 Trazado en planta
 - 3.2 Perfil longitudinal
4. Detalles constructivos
 - 4.1 Detalle emboquille sur
 - 4.2 Detalle emboquille norte
 - 4.3 Sección tipo
 - 4.4 Fases de excavación
 - 4.5 Sostenimiento ST-1
 - 4.6 Sostenimiento ST-2
 - 4.7 Fase de avance
 - 4.8 Fase de destroza
 - 4.9 Auscultación
5. Drenaje
 - 5.1 Drenaje planta
 - 5.2 Detalle drenaje

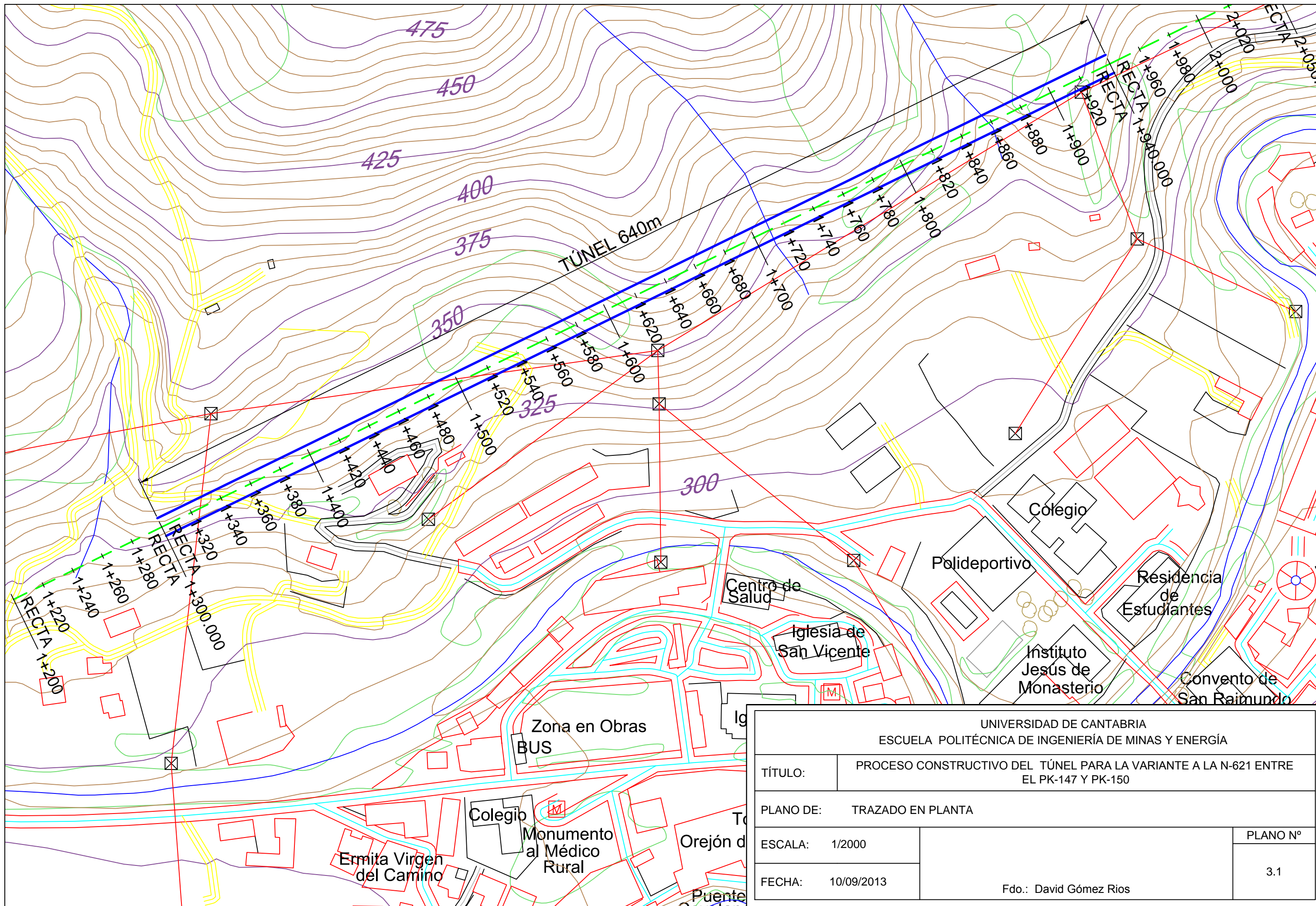
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ÍNDICE DE PLANOS		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	10/09/2013		1



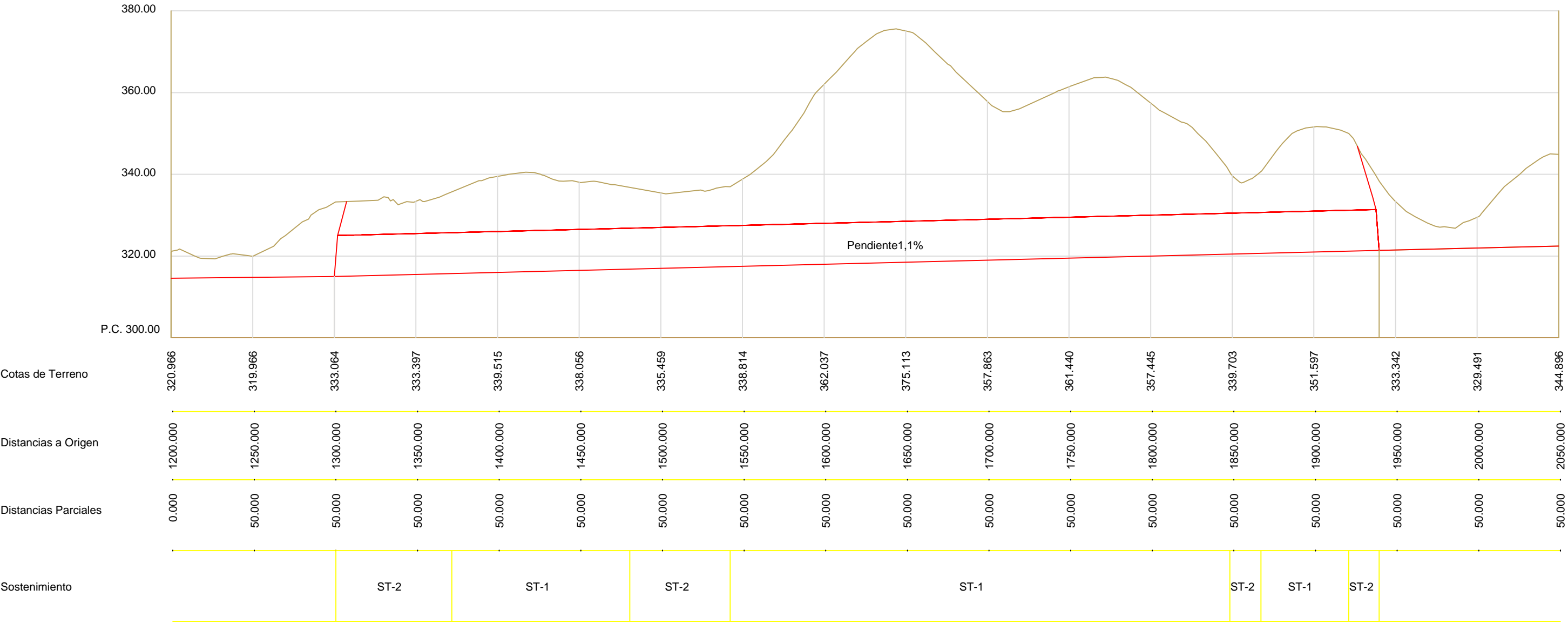
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TUNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	SITUACIÓN EN ESPAÑA		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gomez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/08/2013		2.1



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	SITUACIÓN EN CANTABRIA		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/08/2013		2.2

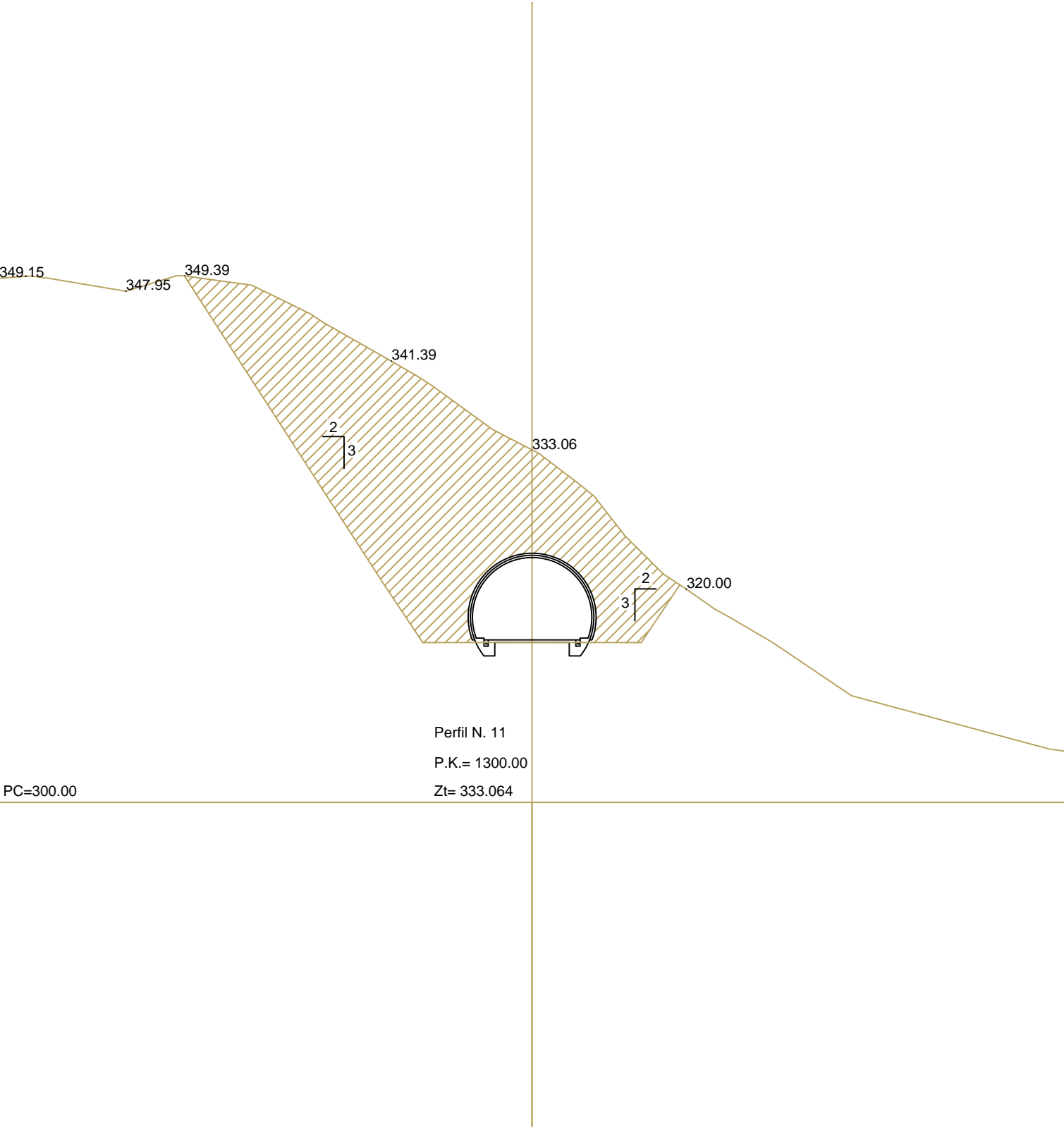


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	TRAZADO EN PLANTA		
ESCALA:	1/2000	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	10/09/2013		3.1



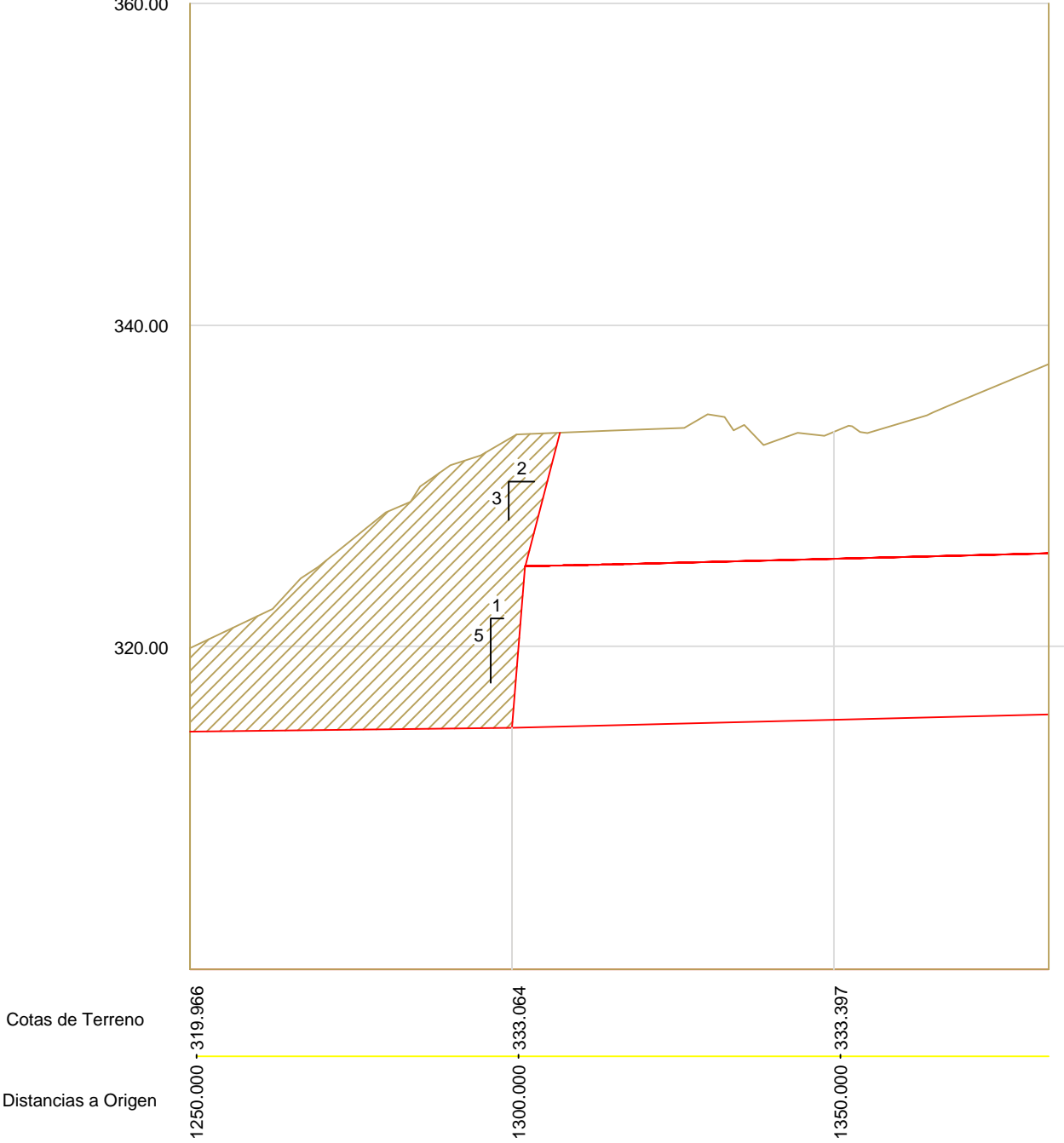
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	PERFIL LONGITUDINAL		
ESCALA:	H: 1/2500 V: 1/1000		PLANO Nº
			3.2
FECHA:	10/09/2013	Fdo.: David Gómez Ríos	

ESCALA 1/500

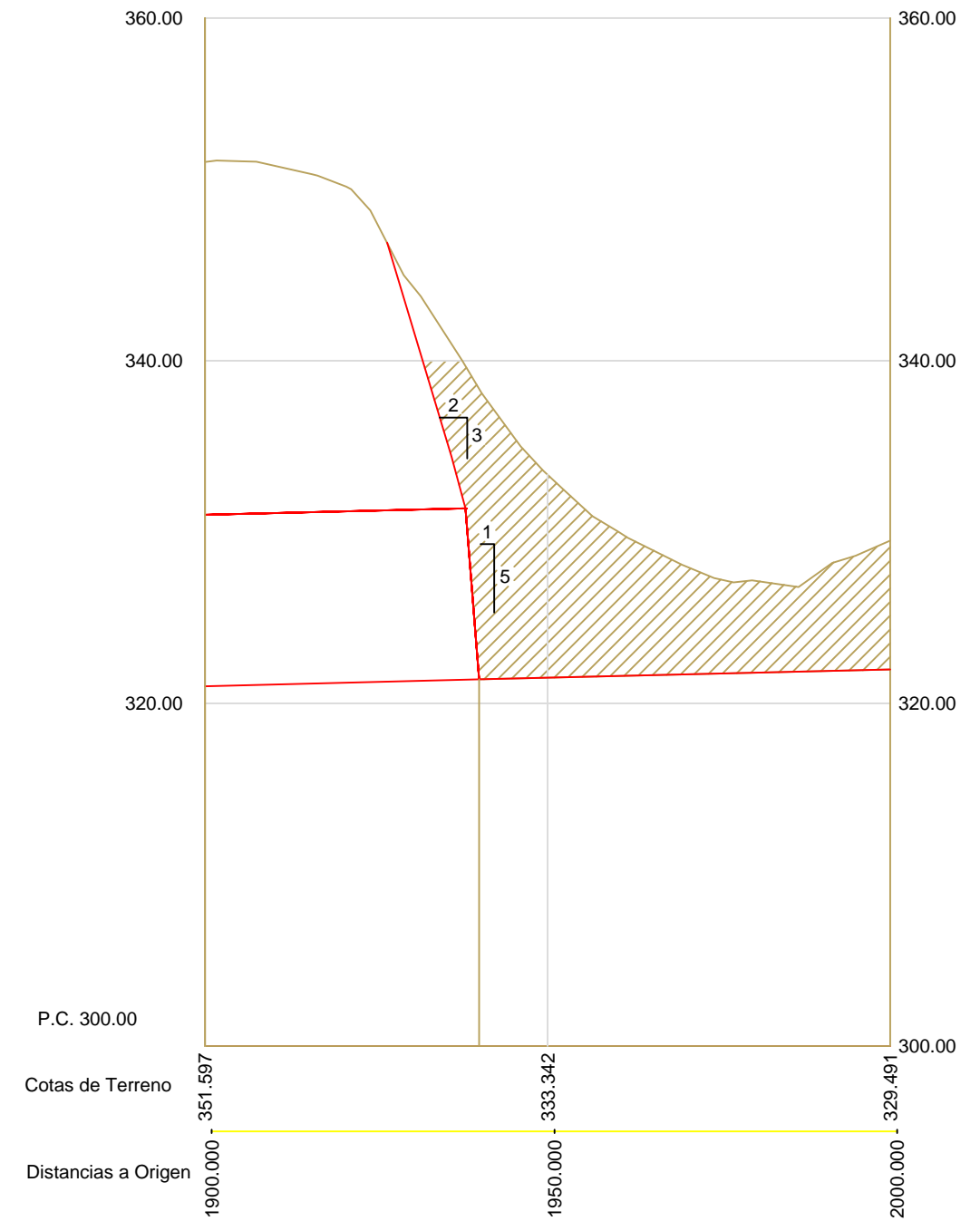
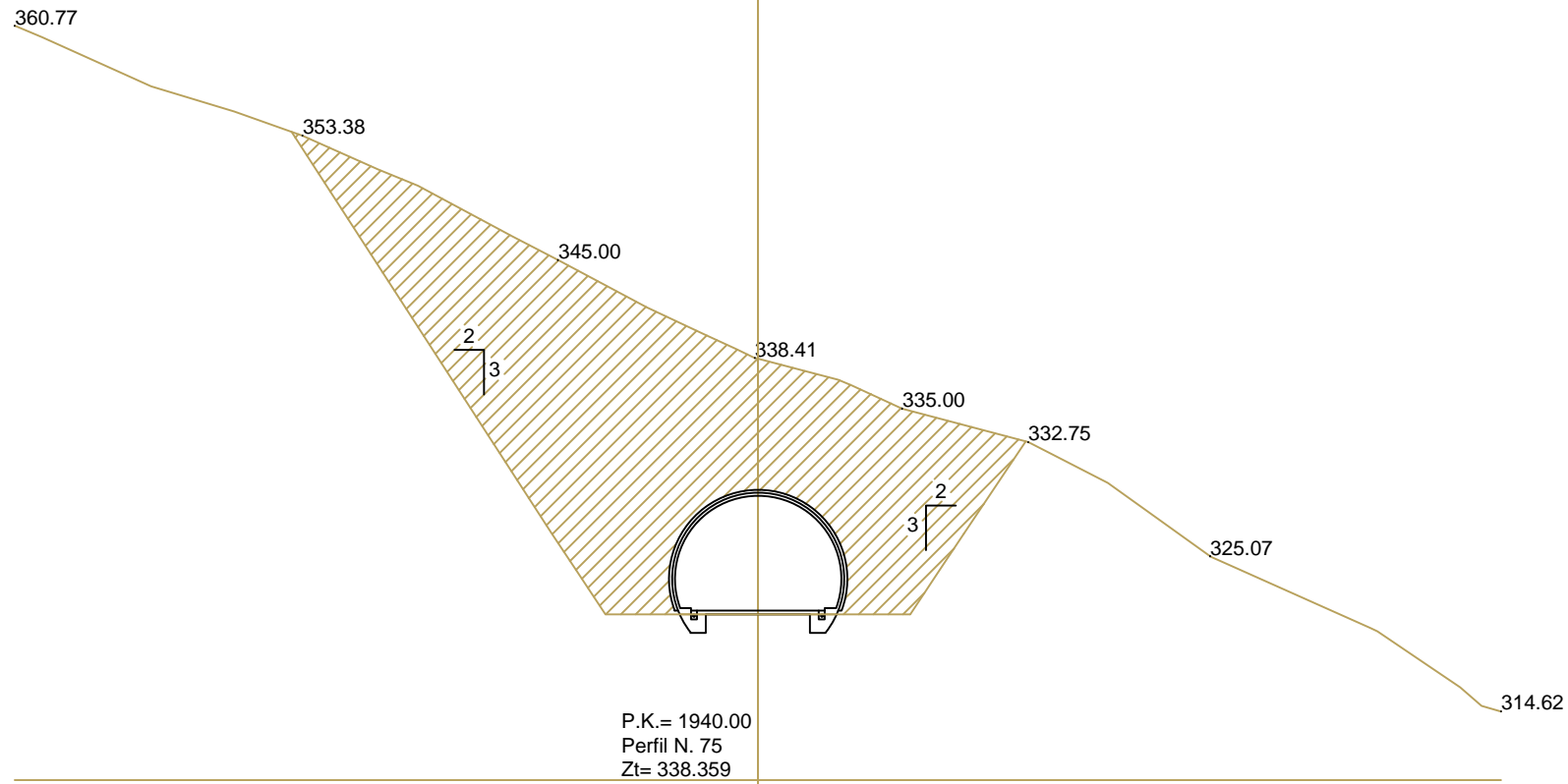


ESCALA HORIZONTAL:1/1000

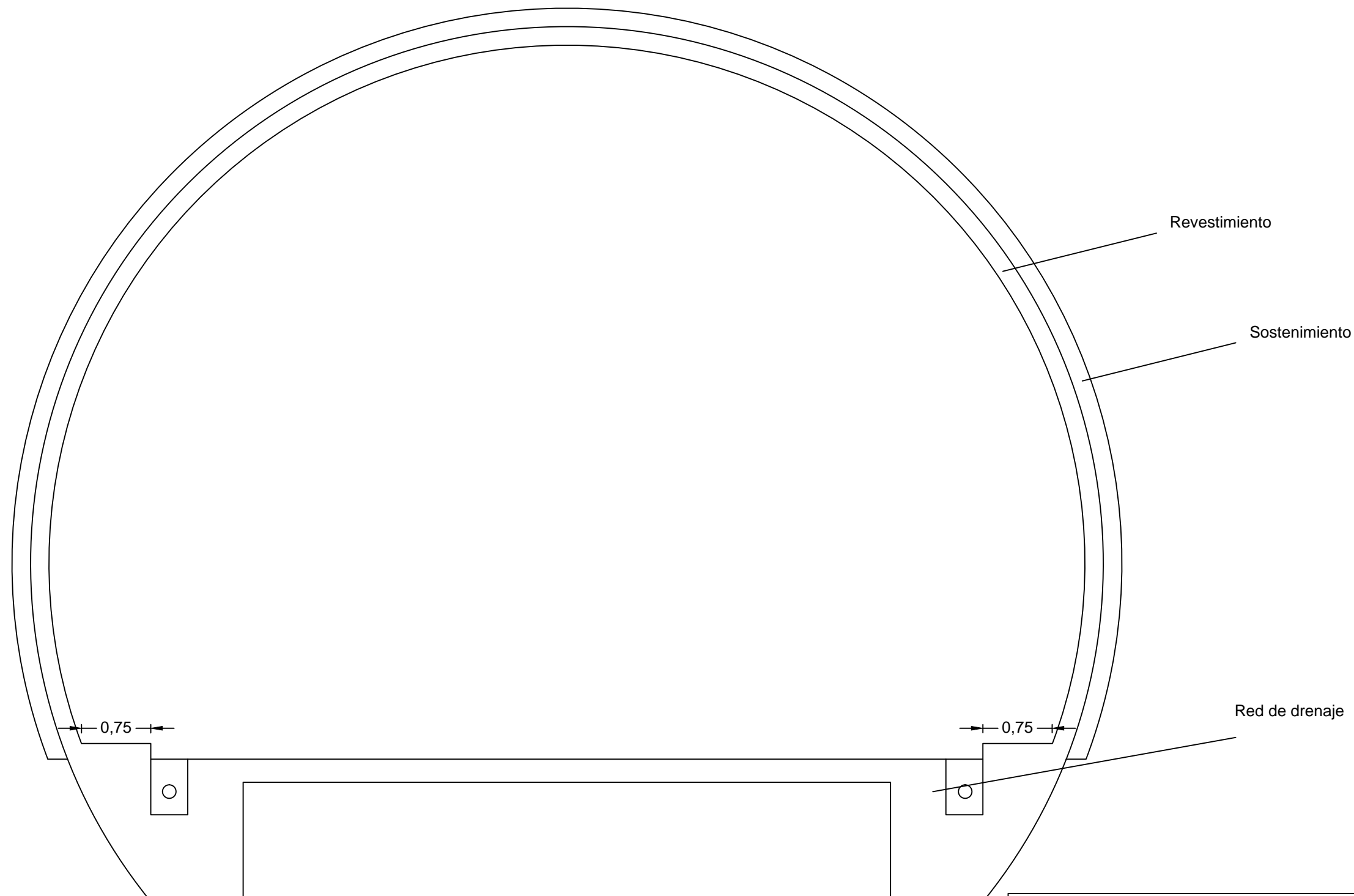
ESCALA HORIZONTAL:1/400



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	DETALLE EMBOQUILLE SUR		
ESCALA:	VARIAS	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/09/2013		4.1

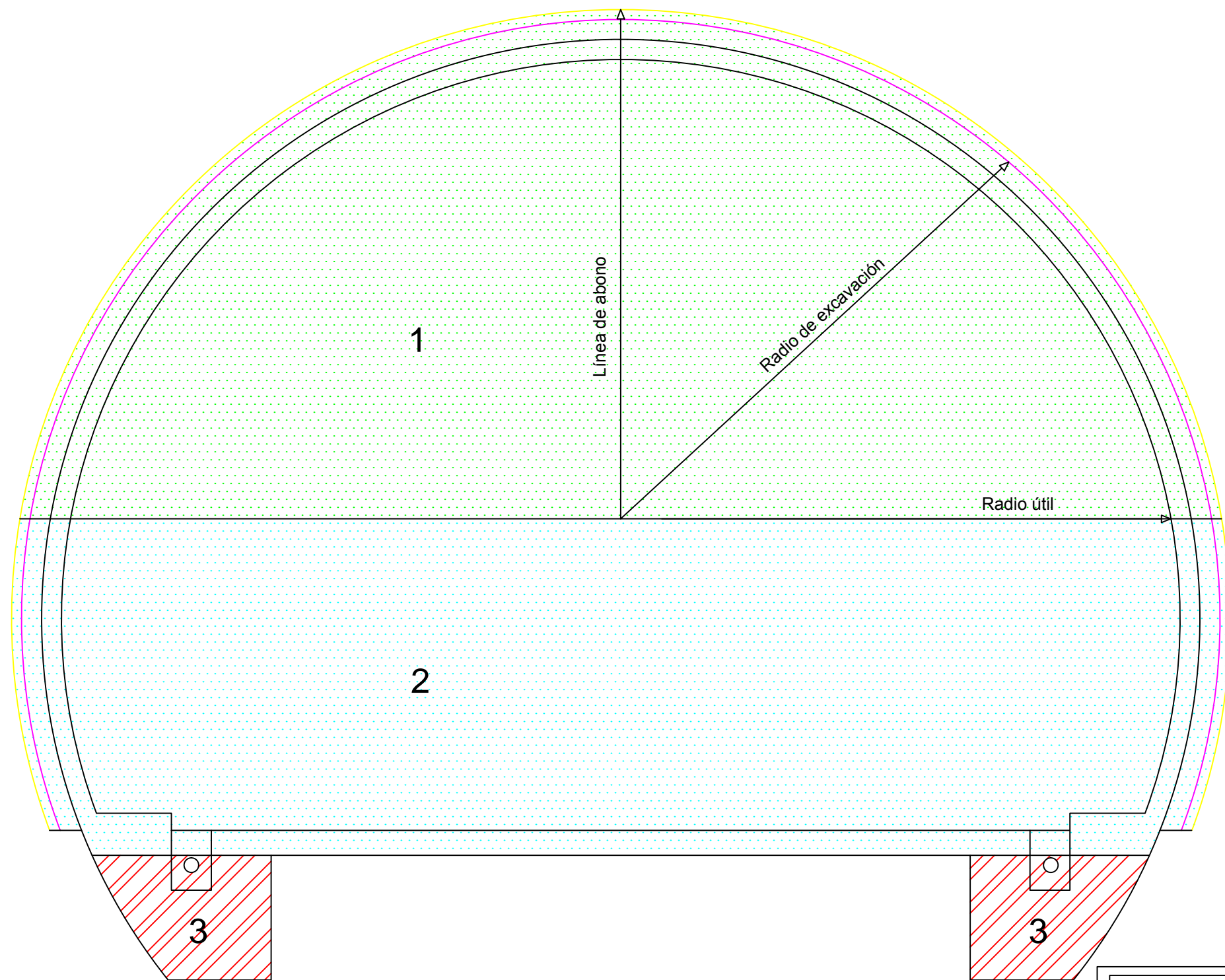


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA			
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	DETALLE EMBOQUILLE NORTE		
ESCALA:	1/500	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/09/2013		4.2



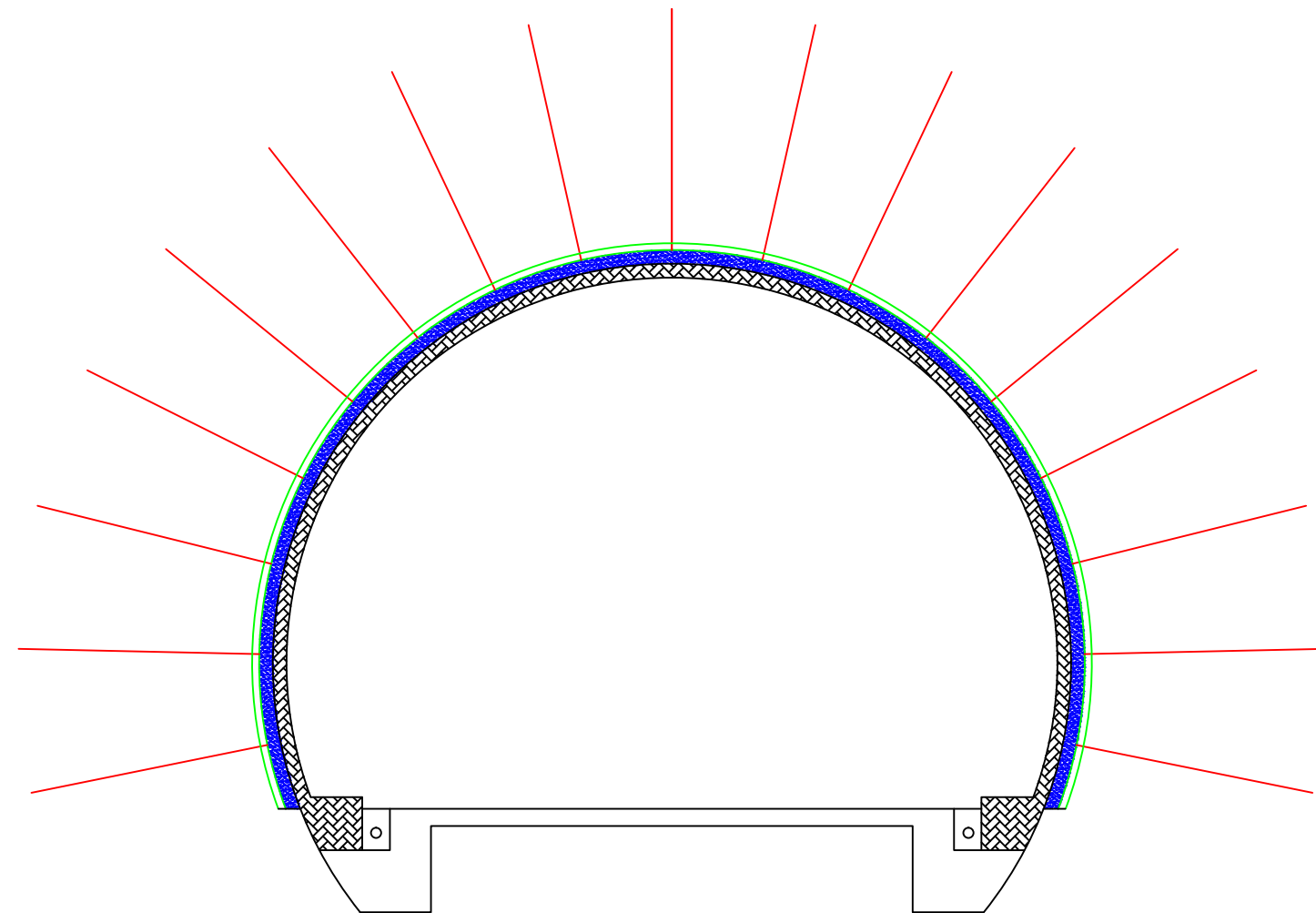
1,00 3,50 3,50 1,00
Arcén Carril Carril Arcén

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	SECCIÓN TIPO		
ESCALA:	1:50	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/09/2013		4.3






- 1 Excavación en Avance
- 2 Excavación en Destroza
- 3 Excavación en zanja

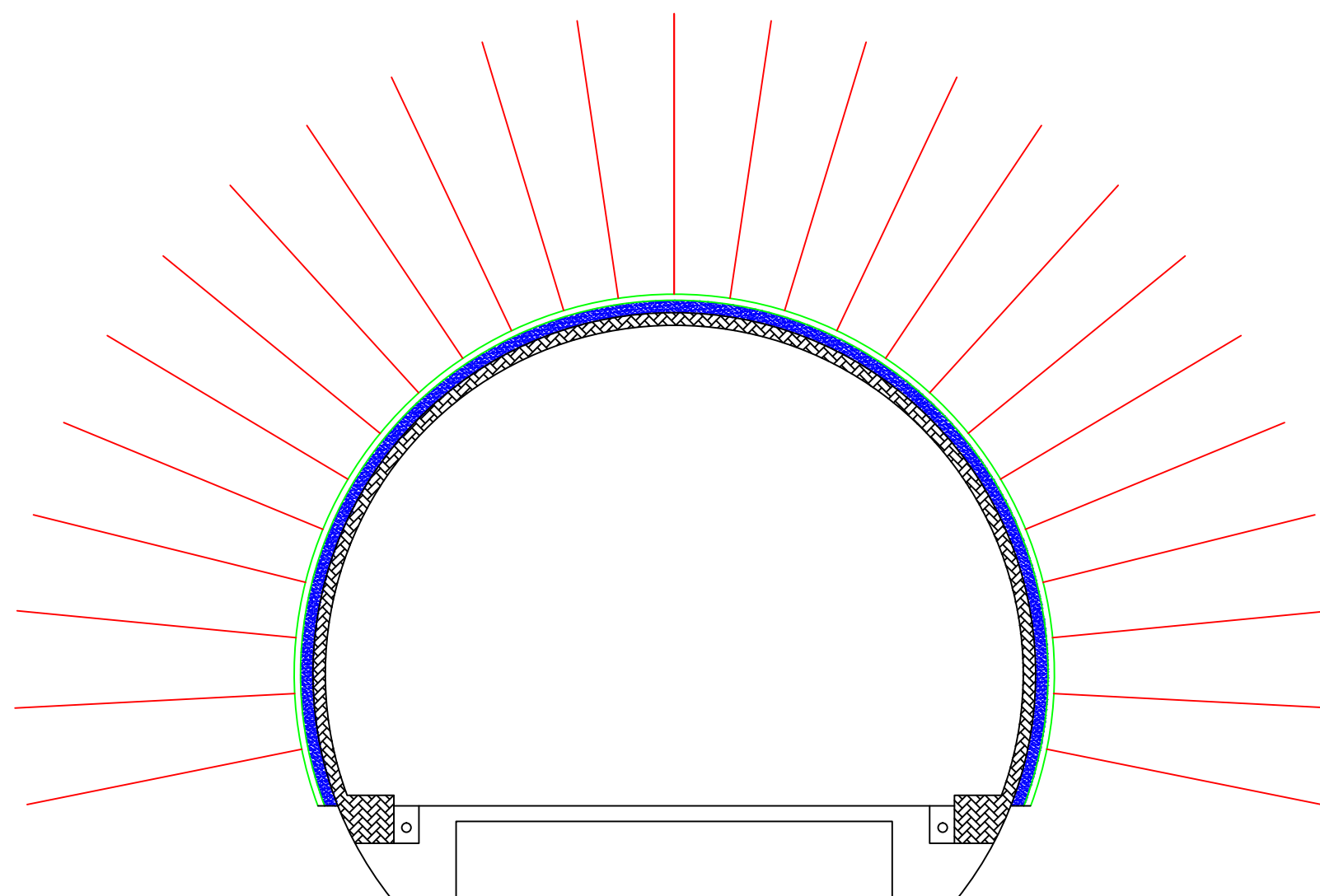
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	FASES DE EXCAVACIÓN		
ESCALA:	1:50	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/09/2013		4.4





Longitud de bulones: 3,5m.
Separación de bulones: 1,5m.
Hormigón proyectado: 10 cm
Hormigón de sellado: 5cm

 Hormigón proyectado
 Línea teórica de excavación
 Bulones

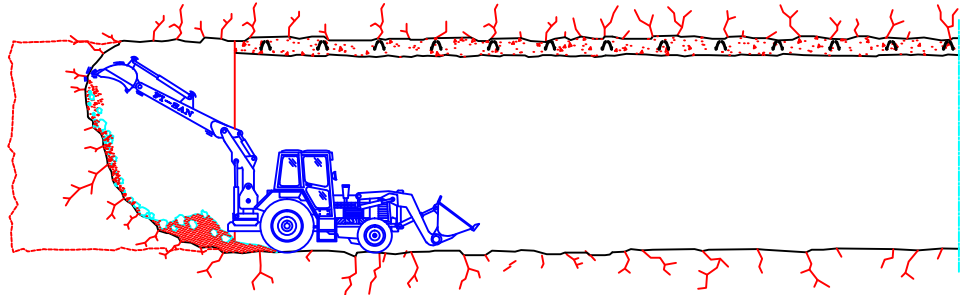
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	SOSTENIMIENTO ST1		
ESCALA:	1:100	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		4.5



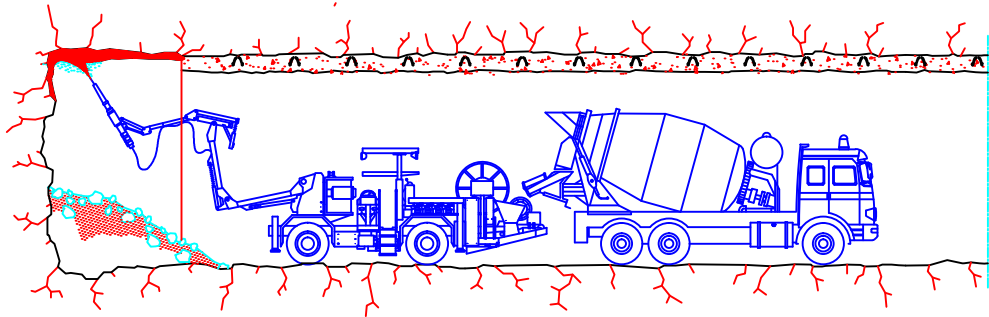
Longitud de bulones: 4,5m.
 Separación de bulones: 1m.
 Hormigón proyectado: 15 cm
 Hormigón de sellado: 5cm
 Cerchas TH-21: cada 1,5 m

-  Hormigón proyectado
-  Línea teórica de excavación
-  Bulones

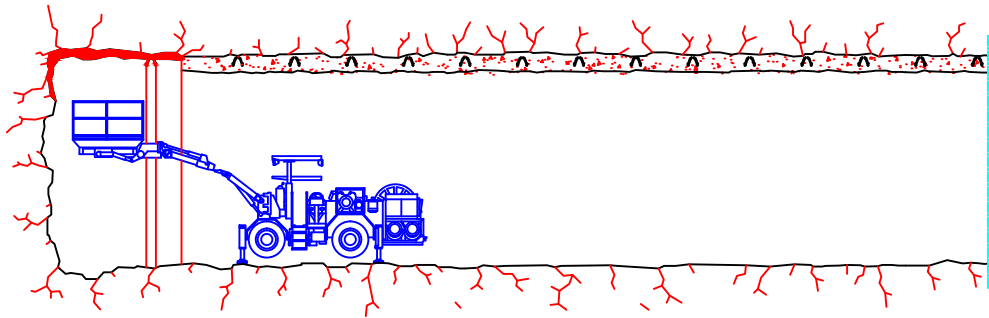
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	SOSTENIMIENTO ST2		
ESCALA:	1:100	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		4.6



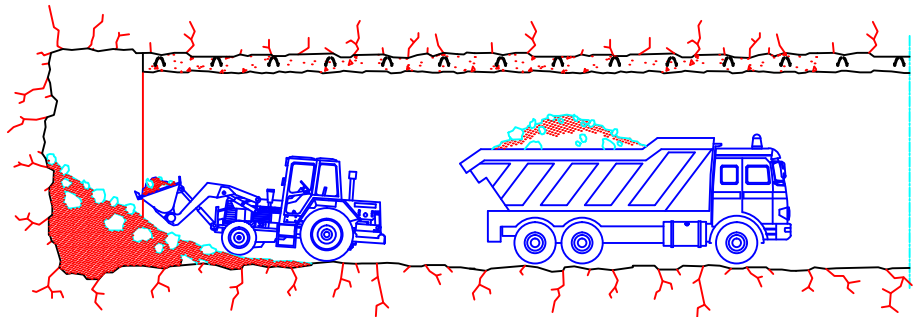
I. - EXCAVACIÓN CON ROZADORA



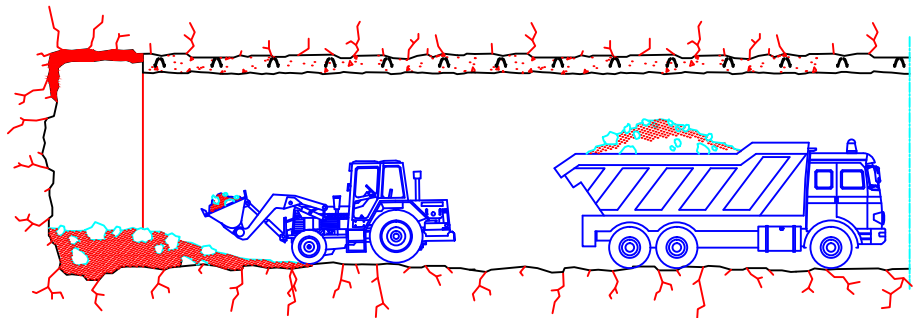
III. - SELLADO



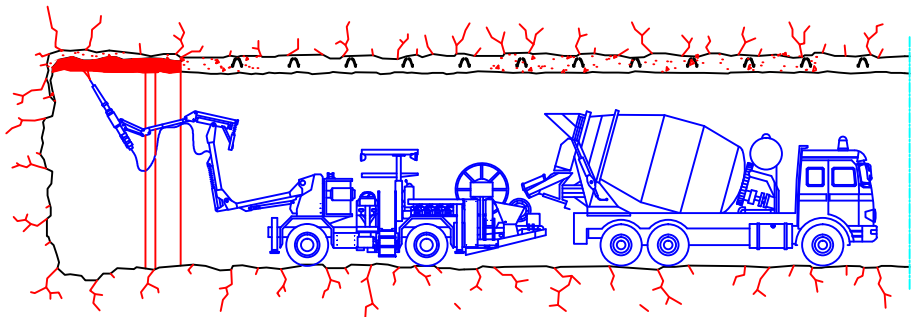
V. - SOSTENIMIENTO MEDIANTE BULONADO Y DONDE CORRESPONDA CERCHAS



II. - SANEOS Y DESESCOMBRO PREVIO

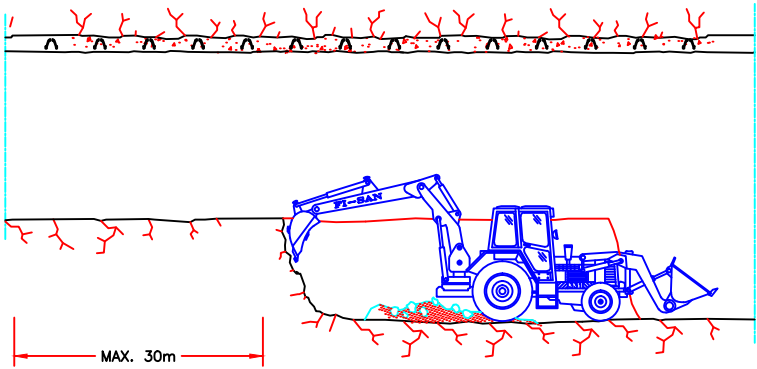


IV. - FINALIZACIÓN DEL DESESCOMBRO

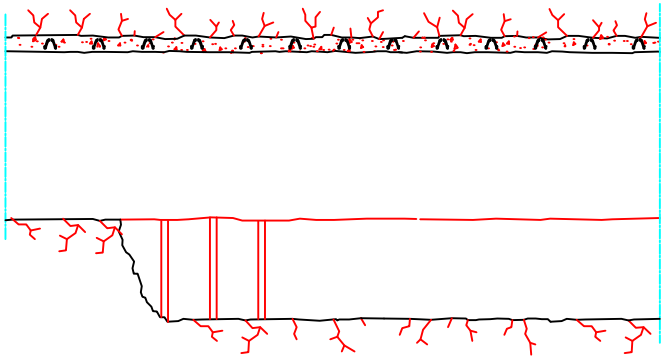
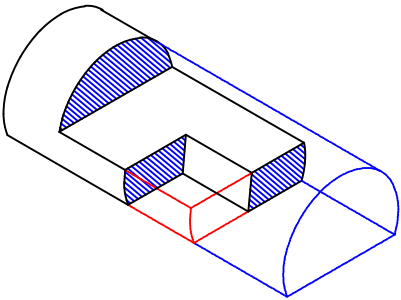


VI. - SOSTENIMIENTO MEDIANTE HORMIGÓN PROYECTADO POR VÍA HUMEDA

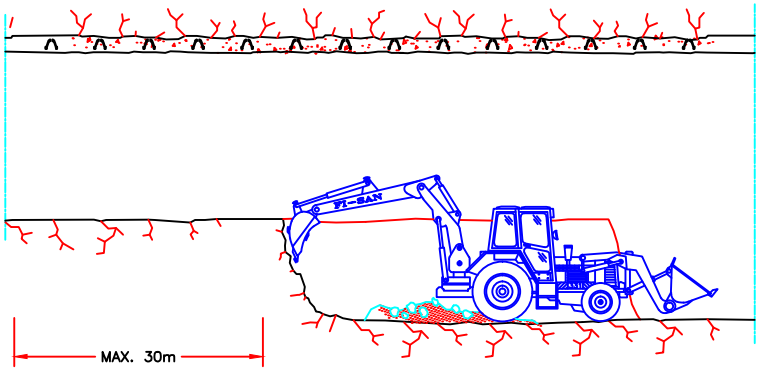
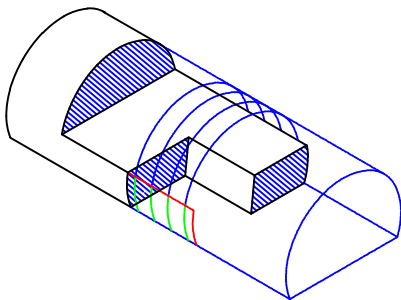
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	FASE DE AVANCE		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/09/2013		4.7



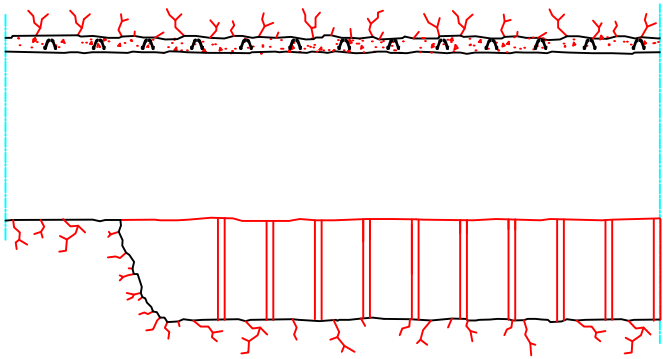
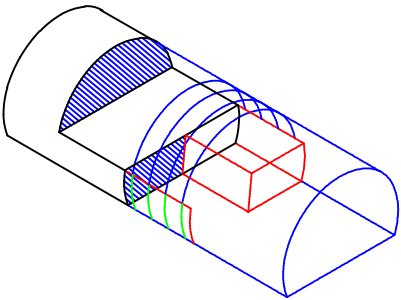
I. - EXCAVACIÓN CON ROZADORA
PRIMER BATACHE DE LA DESTROZA



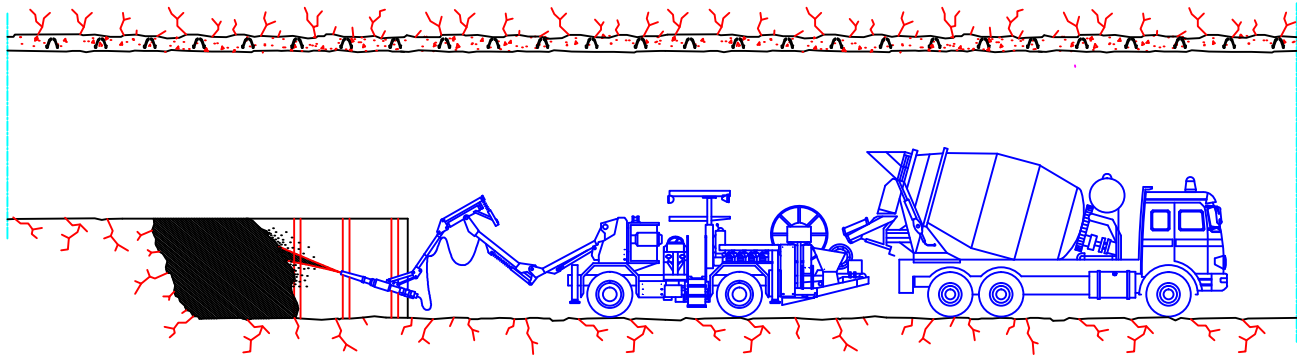
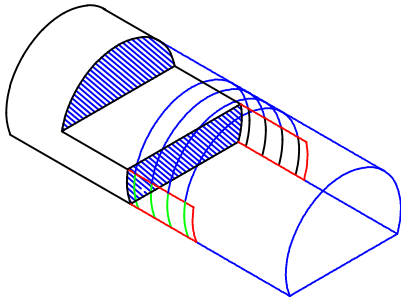
II. - SOSTENIMIENTO CON BULONES Y CERCHAS DONDE SEA NECESARIO



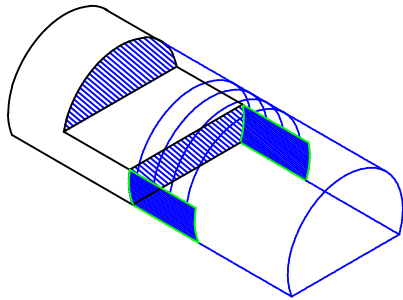
III. - EXCAVACIÓN CON ROZADORA
SEGUNDO BATACHE DE LA DESTROZA



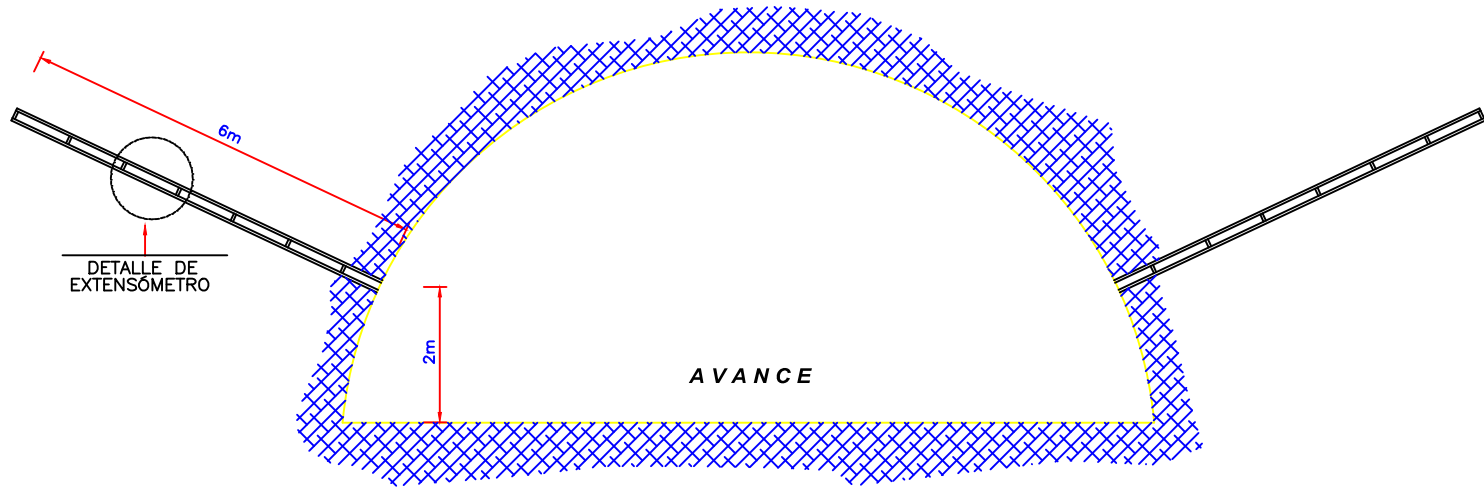
IV. - SOSTENIMIENTO CON BULONES Y CERCHAS DONDE SEA NECESARIO



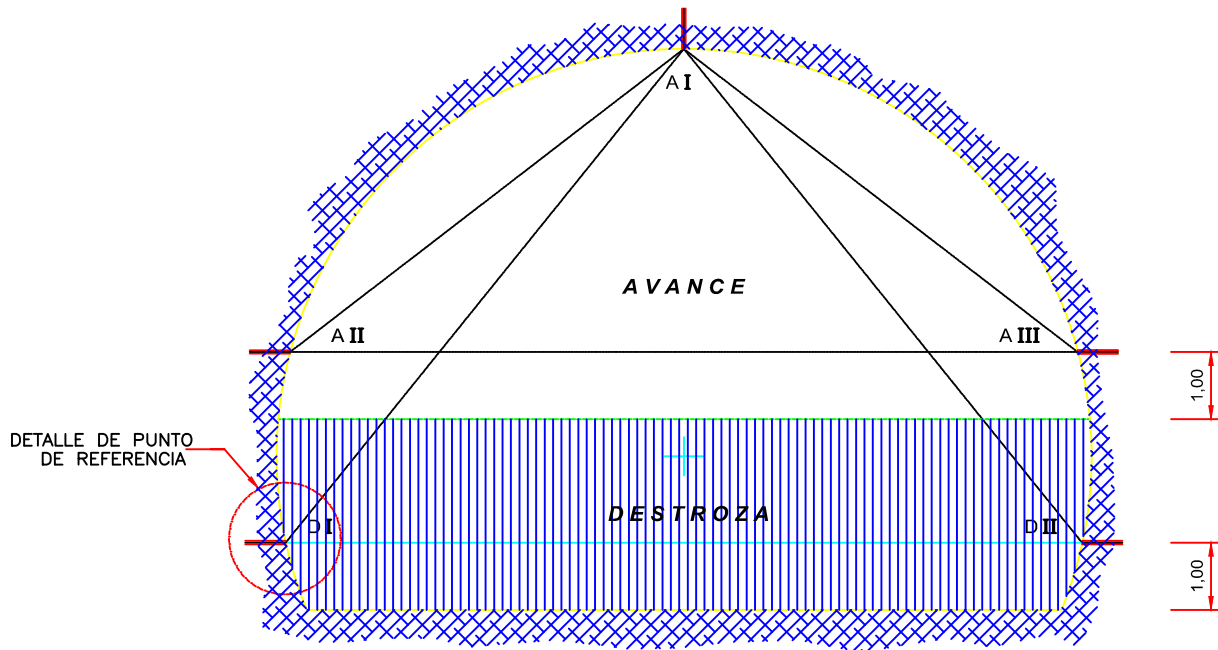
V. - SOSTENIMIENTO MEDIANTE HORMIGON PROYECTADO POR VIA HUMEDA



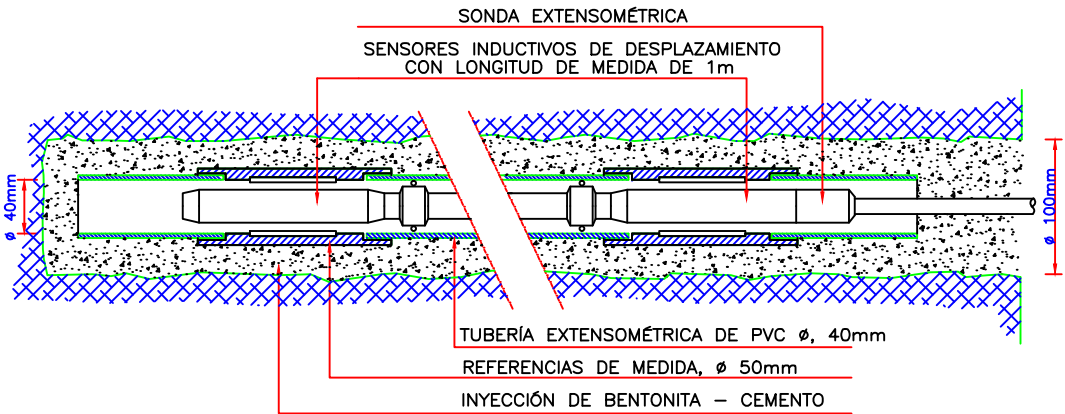
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	FASE DE DESTROZA		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/09/2013		4.8



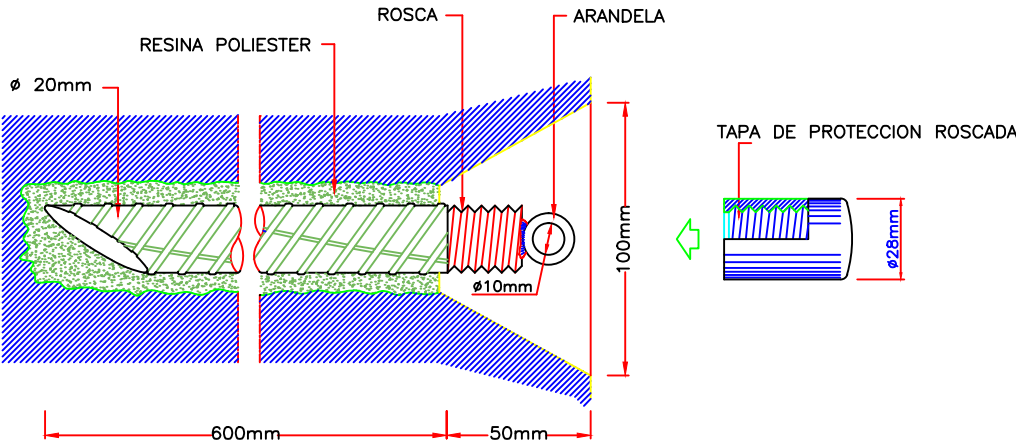
DISPOSICIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS EXTENSÓMETROS COLOCADOS EN LA SECCIÓN TIPO I
ESCALA 1:50



DISPOSICION DE ESTACION DE MEDIDA DE CONVERGENCIAS COLOCADA SISTEMATICAMENTE CADA 25m DE TUNEL
ESCALA 1:50



DETALLE DE SONDA DE MEDIDA Y REFERENCIAS DEL EXTENSÓMETRO INCREMENTAL
SIN ESCALA



DETALLE DE PUNTO DE MEDIDA DE CONVERGENCIAS
ESCALA APROX. 1:1 (ORIGINAL A-1)

Nº DE ESTACIONES SISTEMÁTICAS	Nº DE EXTENSÓMETROS
14	2

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	AUSCULTACIÓN		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO Nº
FECHA:	09/09/2013		4.9



DOCUMENTO III

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



ÍNDICE

1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES	5
2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	5
2.1 Introducción y generalidades	5
2.1.1 Definición y ámbito de aplicación.....	5
2.1.1.1 Definición	5
2.1.1.2 Ámbito de aplicación.....	6
2.1.2 Disposiciones generales	8
2.1.3 Descripción de las obras.....	9
2.1.3.1 Pliego de prescripciones técnicas particulares	9
2.1.3.2. Planos	9
2.1.3.3. Documentos que se entregan al contratista.....	9
2.1.3.4. Consideración general	10
2.1.3.5. Datos del proyecto	10
2.1.3.6. Procedencia de materiales	10
2.1.4. Iniciación de las obras	11
2.1.4.1. Comprobación del replanteo	11
2.1.4.2 Programa de trabajos	11
2.1.4.3 Orden de iniciación de las obras.....	11
2.1.5. Desarrollo y control de las obras.....	12
2.1.5.1. Ensayos, en base a los artículos 145 y 67.3I del RGLCAP	12
2.1.5.2. Trabajos defectuosos.....	12
2.1.5.3. Señalización, balizamiento y defensas de obra	13
2.1.5.4. Subcontratación	13
2.1.6 Responsabilidad del contratista	14



2.1.6.1. Daños y perjuicios.....	14
2.1.6.2. Evitación de contaminantes	14
2.1.6.3. Permisos y licencias	14
2.1.7. Medición y abono.....	15
2.1.7.1. Medición de las obras	15
2.1.7.2. Abono de las obras	15
2.1.7.3. Otros gastos a cuenta del contratista.....	16
2.1.8. Obligaciones preventivas del contratista.....	17
2.2 Túnel.....	24
2.2.1 Excavación del túnel	24
2.3.1.1. Excavación del túnel	24
2.3.1.2. Sistemas constructivos	25
2.2.1.3. Medición y abono.....	27
2.2.1.2. Excavación en zanjas	29
2.2.2. Sostenimiento del túnel.....	29
2.2.2.1. Generalidades.....	29
2.2.2.2. Secciones tipo de sostenimiento.....	29
2.2.2.3. Bulones	33
2.2.2.4 Malla electrosoldada de acero	37
2.2.2.5 Hormigón proyectado.....	38
2.2.2.6. Cerchas tipo TH-21	47
2.2.2.7. Micropilote D=90mm de diámetro en paraguas de sostenimiento	48
2.2.3. Emboquilles del túnel.....	49
2.2.4. Auscultación del túnel	50
2.2.4.1. Medidas de convergencia y asiento.....	51
2.2.4.2. Medidas extensiometricas	51
2.2.4.3. Células de presión	51



2.2.4.4. Medición y abono.....	52
2.3. Explanaciones.....	52
2.3.1. Trabajos preliminares	52
2.3.1.1. Desbroce del terreno	52
2.4. Drenajes e impermeabilización	53
2.4.1 Drenaje	53
2.4.1.1 Introducción	53
2.4.1.2. Sistema de evacuación de filtraciones.....	54
2.4.1.3 Características técnicas y funcionales	54
2.4.1.4. Sistema de evacuación de vertidos	55
2.4.1.5. Características técnicas y funcionales	56
2.4.2. Impermeabilización	62
2.4.2.1. Definición y condiciones generales.....	62
2.4.2.2. Condiciones del proceso de ejecución.....	62
2.5. Ordenación ecológica y paisajística.....	64
2.5.1 Tierra vegetal	64
2.5.2. Hidrosiembra.....	65
2.5.3. Seguimiento arqueológico	68
2.5.4. Seguimiento medioambiental.....	69
2.6. Varios.....	71
2.6.1 Partidas alzadas	71
2.6.1.1 Partida alzada de abono íntegro para la limpieza y terminación de las obras	71



1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

Por razones de eficacia y aclaración documental, resulta fundamental iniciar este Pliego con las siguientes consideraciones:

1ª.- Como se establece en el Artículo C100/0601, el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se limita en sí mismo a complementar y, en su caso, a modificar el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) actualizado, además de introducir y definir unidades nuevas no existentes en el mismo.

2ª.- En consecuencia, es absolutamente imprescindible para la lectura, interpretación y aplicación de este Pliego, contar también, a la vez, con el PG-3 actualizado en la forma que se establece detalladamente en el Artículo C100/0601.

2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1 INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

2.1.1 DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 100.- *“Definición y ámbito de aplicación”* del PG-3 vigente, completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

2.1.1.1 DEFINICIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (en adelante PPTP) constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y a las unidades de obra, de acuerdo a los Artículos 51 y 52 del Real Decreto Legislativo 2/2000, de 16 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las



Administraciones Públicas (en adelante TRLCAP), para el proyecto del proceso constructivo del túnel de la variante de la carretera CA-181.

2.1.1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las referencias que en el presente Pliego se hacen al PG-3 vigente o PG-3 se refieren al Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75), aprobado por O.M. de 2 de julio de 1976 (BOE del 7), actualizadas a la fecha del presente Proyecto con las modificaciones experimentadas desde entonces, tanto a través de Órdenes Ministeriales como de Órdenes Circulares de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

El mencionado PG-3 vigente (en adelante PG-3) será de aplicación a la obra definida en el párrafo anterior en todo lo que no sea explícitamente modificado por el presente Pliego, de conformidad con lo que dispone el Artículo 101 de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, por el que se aprueba la ley de contratos del Sector Público.

Si algún Artículo del PG-3 hubiera sido anulado o derogado sin producirse su sustitución por otro, y fuera citado explícitamente en el presente Pliego, con o sin modificaciones, será también de aplicación en la obra.

Por razones de economía documental se emplearán en el Pliego las siguientes abreviaturas:

PPTP, el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

PCAG, Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

PCAP, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato de obra.

TRLCAP, RD Legislativo 2/2000, de 16 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

RGLCAP, RD 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.



C., Cláusula del PCAG.

D.O., Director de la Obra.

PG-3 vigente o PG-3, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75), actualizado en la forma descrita anteriormente.

RGC, Decreto 3410/1975, de 2 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación.

LPRL, Ley de 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Reglamento S.P., RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Reglamento C.A.E., RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/95, en materia de coordinación de actividades empresariales.

ESS, Estudio de Seguridad y Salud incluido en el Proyecto.

EBSS, Estudio Básico de Seguridad y Salud incluido, en su caso, en el Proyecto.

PSS, Plan de Seguridad y Salud.

EHE, Instrucción de Hormigón Estructural.

REBT, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por R.D. 842/2002, de 2 de agosto.

ITC, Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT.

Para mayor claridad explicativa, la numeración y denominación de los Artículos del presente Pliego, en las unidades que coincidan con el PG-3, se han mantenido idénticos a los de éste, haciéndose en el presente Pliego expresa referencia a la aplicación de las prescripciones correspondientes del PG-3, además de incluir las complementarias o modificativas establecidas expresamente en el mismo.



Además, se han incorporado las unidades necesarias, no existentes en el PG-3, siguiendo un orden y numeración coherentes con éste; todo ello de acuerdo al Artículo 68 del RGLCAP.

En consecuencia, se indica expresamente que será de aplicación en la presente obra el PG-3, además de las prescripciones complementarias o modificativas que se establecen en el presente Pliego.

La referencia que en el Artículo 100.2 del PG-3 se hace a la Ley de Contratos del Estado y al Reglamento General de Contratación hay que entenderlas referidas al TRLCAP y al RGLCAP respectivamente.

2.1.2 DISPOSICIONES GENERALES

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 101.- *“Disposiciones generales”* del PG-3 completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

Personal y medios del contratista

El Contratista dispondrá, al menos, del siguiente personal técnico:

- Delegado: Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o Ingeniero Técnico de Obras Públicas con experiencia en obras de construcción superior a 10 años.
- Jefe de Obra: Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o Ingeniero Técnico de Obras Públicas con total disponibilidad a la obra, residente en Cantabria y una experiencia mínima de 5 años en obras similares. En su caso, podrá ser coincidente con el anterior.
- Jefe de Topografía: Ingeniero Técnico en Topografía con total disponibilidad a la obra, residente en Cantabria y una experiencia mínima de 5 años en obras similares.

El establecido en el Artículo C107/0601 del presente Pliego relativo a la Organización Preventiva del Contratista en la Obra para el cumplimiento de sus obligaciones en ese ámbito.

Medios humanos y materiales necesarios para la correcta ejecución de la obra.



Responsabilidades del contratista

El contratista es el responsable último de la calidad de los materiales utilizados en la ejecución de la obra, así como del resultado del empleo de los medios y métodos de ejecución, aun cuando para la utilización de los materiales y para el empleo de los medios y métodos de ejecución se requiera la aprobación del D.O., y hasta el límite establecido por las normas de aplicación y la legislación vigente. Responde así el contrato de obras a lo que siempre ha sido, un contrato de “resultado” o de “cuerpo cierto”.

Libro de incidencias

Con el fin de evitar interferencias con el Libro de Incidencias regulado por el RD 1627/1997 en el ámbito de la seguridad y salud en las obras de construcción, el también denominado Libro de Incidencias en la C. 9 del PCAG, se denominará Diario de Obra.

2.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 102.- “*Descripción de las obras*” del PG-3 completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

2.1.3.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

La referencia al Artículo 66 del RGC, en 102.1 del PG-3, lo es realmente al 68 del RGLCAP.

2.1.3.2. PLANOS

La referencia al Artículo 65 del RGC, en 102.2, lo es realmente al 129 del RGLCAP.

2.1.3.3. DOCUMENTOS QUE SE ENTREGAN AL CONTRATISTA

Documentos contractuales

La referencia a los Artículos 82, 128 y 129 del RGC, en 102.4.1, lo es realmente a los 128, 144 y 140.4 del RGLCAP.

Serán contractuales:



- Las partes de la memoria señaladas en el Artículo 128 del RGLCAP
- Planos
- PPTP
- Cuadros de precios nº1 y nº2

Que se citan aquí a modo de propuesta al Órgano de Contratación, por lo que sólo tendrán ese carácter si se incorporan como tal al PCAP, de acuerdo al Artículo 67.3 a) del RGLCAP.

Documentos informativos

Deberá tenerse en cuenta el contenido del Artículo 128 del RGLCAP, y en su caso, el del Artículo 161 del RGLCAP.

2.1.3.4. CONSIDERACIÓN GENERAL

El Artículo 124.1.c) del TRLCAP establece, entre otras consideraciones, que el PPTP deberá comprender la descripción de las obras. Para cumplir con lo cual, se recoge a continuación la descripción de las obras objeto del presente Proyecto referida a aspectos contractuales, sobre cómo se hacen las obras, que no quedan claros en el resto del presente Pliego y en los Planos, tal como descripciones que no son exclusivas de una sola unidad de obra

2.1.3.5. DATOS DEL PROYECTO

A los efectos establecidos en las unidades de obra del presente Pliego, se han considerado los siguientes datos de proyecto:

- Clasificación de la excavación: no clasificada
- Categoría de tráfico pesado según la Norma 6.1-IC : T32
- Categoría de la explanada según la Norma 6.1-IC: E2

2.1.3.6. PROCEDENCIA DE MATERIALES

La procedencia de los materiales a emplear en la obra objeto del presente Proyecto y su distancia media de transporte son las siguientes:



- Hormigones: Planta de fabricación cercana. (30-60 km).
- Materiales manufacturados: Fabricas de zona (30-60 km).

2.1.4. INICIACIÓN DE LAS OBRAS

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 103.- *“Iniciación de las obras”* del PG-3 completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

2.1.4.1. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

La referencia al Artículo 127 del RGC y a las C. 24 y 26 del PCAG, en 103.2, lo es realmente a los Artículos 139, 140 y 141 del RGLCAP.

2.1.4.2 PROGRAMA DE TRABAJOS

- La referencia en 103.3 a los Artículos 128 y 129 del RGC, lo es realmente a los Artículos 144 y 140.4 del RGLCAP, la de la C. 27 del PCAG , lo es al Artículo 144.3 del RCLCAP, y la del Artículo 74 del RGC, lo es al 124 del RGLCAP.
- El Artículo 144 del RGLCAP establece la obligación del Contratista, en obras plurianuales, de presentar un programa de trabajos en el plazo de treinta días, contados desde la formalización del contrato.
- El método a emplear, en su caso, para la elaboración por el Contratista del programa de trabajos será cualquiera de los establecidos en el PG-3, previa aceptación del D.O.

2.1.4.3 ORDEN DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS

- La referencia al Artículo 127 del RGC y a la C. 24 del PCAG, en 103.4, lo es realmente a los Artículos 139 y 140 del RGLCAP.
- En ningún caso podrán iniciarse las obras si no está aprobado el Plan de Seguridad y Salud correspondiente, incluso en obras con tramitación de urgencia.



2.1.5. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 104.- *“Desarrollo y control de las obras”* del PG-3 completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

2.1.5.1. ENSAYOS, EN BASE A LOS ARTÍCULOS 145 Y 67.3I DEL RGLCAP

- Serán de cuenta del Contratista los ensayos y análisis necesarios para garantizar que los materiales que aporte y las unidades de obra que realice cumplen las exigencias de calidad establecidas en el presente Pliego y en la normativa técnica que resulte aplicable. También serán de cuenta del Contratista los ensayos y análisis siguientes:

- Los necesarios para adecuar la fórmula de trabajo a utilizar en todos aquellos materiales y unidades de obra que la tengan prevista en el pliego o que resulte necesaria a juicio del D.O.
- Los relacionados con tramos de prueba en todos aquellos materiales y unidades de obra que la tengan prevista en el pliego o que resulte necesario a juicio del D.O.

- El D.O. podrá ordenar que se realicen los ensayos y análisis de materiales y unidades de obra y que se recaben los informes específicos que, en cada caso, resulten pertinentes, siendo de cuenta del Contratista los gastos que se originen hasta el 10% del presupuesto del contrato, que se recoge aquí a modo de propuesta al Órgano de Contratación, por lo que será contractual si así se incluye en el PCAP siguiendo el mandato del Artículo 67. 3 i) del RGLCAP.

2.1.5.2. TRABAJOS DEFECTUOSOS

La rebaja de los precios que, en su caso, el D.O. puede proponer al órgano de contratación no podrá superar el 30 por 100 del precio de la unidad. El D.O., en su propuesta, concretará en cada caso el precio final de abono de la unidad de obra en función del resultado del control de calidad realizado.



2.1.5.3. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS DE OBRA

Dentro de los precios de las distintas unidades de obra que requieran de señalistas para mejorar la seguridad de la circulación, tanto del tráfico general como de la propia obra, de acuerdo a lo establecido en el presente Pliego o a criterio del D.O., están incluidos los peones señalistas necesarios para garantizar dichas condiciones de seguridad, además de su equipamiento y medidas de protección necesarias.

2.1.5.4. SUBCONTRATACIÓN

- El PCAP determina si puede haber o no subcontratación. En caso afirmativo, dicho Pliego establece la parte o partes de la obra y el tanto por ciento del presupuesto que como máximo podrá ser objeto de la misma, así como las condiciones a exigir. La propuesta que aquí se eleva al Órgano de Contratación a tal efecto es la siguiente:

Partes susceptibles de subcontratación: Instalaciones de alumbrado, señalización, balizamiento y defensa, estructuras y obras de fábrica, ordenación estética, ecológica y paisajística.

- Condiciones: Cada subcontratista deberá ostentar la clasificación correspondiente.

El PCAP establece la obligación del Contratista adjudicatario, salvo que disponga de la clasificación en la especialidad de que se trate, de subcontratar estas partes con otro u otros clasificados en el subgrupo o subgrupos correspondientes y no le será exigible al principal la clasificación en ellos. Lo que se establece a modo de propuesta al Órgano de Contratación, por lo que será contractual si así es incorporado al PCAP, de acuerdo al Artículo 67.2 u) del RGLCAP.

- En cualquier caso, será obligación del Contratista someter a consentimiento previo del D.O. toda parte de la obra que fuera a ser objeto de subcontratación, así como el subcontratista correspondiente, que deberá ser removido a indicación de la D.O. Todo ello sin perjuicio de lo establecido al efecto en el Artículo C107/0601 del presente Pliego.



2.1.6 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 105.- *“Responsabilidades especiales del Contratista”* del PG-3 completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

2.1.6.1. DAÑOS Y PERJUICIOS

La referencia al Artículo 134 del RGC, en 105.1, lo es realmente al 97 del TRLCAP.

2.1.6.2. EVITACIÓN DE CONTAMINANTES

En caso de producirse afecciones imprevistas, se suspenderán las obras y se avisará a la D.O.

2.1.6.3. PERMISOS Y LICENCIAS

- La referencia al Artículo 131 del RGC, en 105.4, lo es realmente al 142 del RGLCAP.
- Dentro de los límites de expropiación no se podrán hacer vertidos no contemplados en el Proyecto, salvo autorización del D.O. En ningún caso, cualesquiera que sean los límites de expropiación, se realizarán en zonas próximas a los taludes o laderas naturales que conforman la plataforma y sus elementos funcionales, sobre todo cuando pongan potencialmente en peligro la estabilidad o condiciones de drenaje de la obra.
- El Contratista se encargará de la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente de la excavación y demás unidades de la obra así como del pago de cánones de ocupación, y de cualquier otro gasto de similar naturaleza.
- El Contratista se encargará de obtener los permisos correspondientes en caso de proximidad y posible afección a cualesquiera servicios públicos o privados, así como, en su caso, de mantener el servicio, y de su conservación y reposición.



2.1.7. MEDICIÓN Y ABONO

Son de aplicación en este Artículo las especificaciones establecidas en el Artículo 106.- “*Medición y abono*” del PG-3 completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

2.1.7.1. MEDICIÓN DE LAS OBRAS

La referencia a la C. 45 del PCAG, 106.1, lo es realmente al Artículo 147 del RGLCAP.

2.1.7.2. ABONO DE LAS OBRAS

Certificaciones

- La referencia en 106.2.1, al Artículo 142 del RGC, lo es realmente al 150 del RGLCAP, y a las C. 46 y siguientes del PCAG a los Artículos 148, 150 y 149 del RGLCAP
- En la expedición de certificaciones regirá además lo dispuesto en el TRLCAP, RGLCAP y demás disposiciones de aplicación.

Anualidades

- La referencia al Artículo 152 del RGC, en 106.2.2, lo es realmente al Artículo 96 del RGLCAP.

Precios unitarios

- La referencia a la C. 51 del PCAG, en 106.2.3, lo es realmente al Artículo 153 del RGLCAP.
- Los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubren también, en el ámbito de las disposiciones de prevención de riesgos laborales, los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados. En consecuencia, están incluidos en los mismos los costes de los equipos de protección individual y demás medidas de la misma naturaleza requeridos para la ejecución de las unidades de obra.



- En el mismo ámbito de prevención de riesgos laborales, los costes de las instalaciones de higiene y bienestar, de formación de los trabajadores, de información de los mismos (incluyendo reuniones y similares), de medicina preventiva y reconocimientos médicos, de reuniones de coordinación, así como otros de similar naturaleza, no se encuentran incluidos en los precios unitarios del ESS y tampoco serán de abono directo en la obra al tratarse de gastos de apertura del centro de trabajo al iniciarse la ejecución, o de gastos de tipo general del empresario, independientes de la obra.
- Del mismo modo, y en el mismo ámbito, los costes derivados de la presencia de la organización preventiva del Contratista en la obra, exigida con el carácter de mínimos en el Artículo C107/0601 del presente Pliego de acuerdo a la normativa preventiva vigente, tendrán el mismo carácter en cuanto a la imputación de sus costes que los del párrafo anterior.

Partidas alzadas

- La referencia a la C. 52 del PCAG, en 106.2.4, lo es realmente al Artículo 154 del RGLCAP.
- Las partidas alzadas de abono íntegro constituyen formalmente una unidad de obra, por lo que se han incorporado a la justificación de precios (sin descomposición), a los Cuadros de Precios (en el 2 sin descomposición) y al presente PPTP. Las que son a justificar no constituyen unidad de obra. Las que se abonen de una forma diferente, establecida expresamente en este PPTP, tendrán el carácter correspondiente a su propia definición y forma de abono.

2.1.7.3. OTROS GASTOS A CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán a cuenta del Contratista, siempre que en el Contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos, además de los indicados en el Artículo 106.3 del PG-3:

- Los de análisis y ensayos de materiales y unidades de obra, de acuerdo con lo establecido en el Artículo C104/0601 del presente Pliego.



- El de personal y medios técnicos del Contratista exigidos para la ejecución de la obra en el Artículo C101/0601 del presente Pliego.
- Los de señalización, balizamiento y defensa durante la ejecución de la obra.
- Los desvíos provisionales.
- Los de limpieza, policía y terminación de las obras.
- La obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente de la excavación y demás unidades de obra, así como el pago de cánones de ocupación y otros similares, de acuerdo al Artículo C105/0601 del presente Pliego.
- Los de prevención de riesgos laborales en la ejecución de la obra de acuerdo a lo estipulado anteriormente en el apartado Precios unitarios de este mismo Artículo, a lo establecido en el Artículo C107/0601 del presente Pliego y en las disposiciones preventivas de aplicación.
- Adquisición, colocación y conservación de carteles anunciadores en la situación, tamaño y texto que sean precisos, según el PCAP.
- Los gastos e impuestos del anuncio o anuncios de licitación de la formalización del contrato, las tasas por prestación de los trabajos facultativos de replanteo, dirección, inspección y liquidación, de acuerdo al Contrato.
- Todos aquellos así establecidos en el TRLCAP, RGLCAP, PCAG, PCAP, PPTP, contrato y demás documentos y disposiciones de aplicación.
- Otros de similar carácter y naturaleza

2.1.8. OBLIGACIONES PREVENTIVAS DEL CONTRATISTA

- Además de lo establecido en la C. 11 del PCAG, el empresario Contratista adjudicatario, como tal, deberá cumplir las exigencias establecidas con carácter general como de obligado cumplimiento para los empresarios en las disposiciones preventivas, tal como en las siguientes:



- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (actualizada).
 - RD Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (actualizado).
 - RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (actualizado).
 - RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/95.
 - Circular 1/02 de la Secretaría General de la Consejería de O.P., de 2 de enero de 2002, sobre procedimiento de gestión a desarrollar desde la adjudicación del contrato hasta el inicio de su ejecución (BOC de 14-03-2002).
- Además, el Contratista, para la obra de construcción objeto del presente Pliego, deberá realizar las actuaciones a que le obliga, tanto la legislación anterior como el RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (actualizado), con el fin de armonizar en la obra, (donde también rige el RD 1627/97, basado en la coordinación y su control), las medidas preventivas de toda la empresa, (establecidas en la LPRL y los Reglamentos, basadas en la planificación preventiva) con las reglas sustantivas y técnicas sobre seguridad y salud de los trabajadores en obra.
- En cualquier caso, el Contratista cumplirá las siguientes prescripciones en este ámbito, independientemente de que estén o no incluidas en el ESS o en el EBSS:
- Cumplirá de un modo efectivo la normativa de prevención de riesgos laborales de aplicación que establece el Artículo 1 de la LPRL.
 - El Plan de Seguridad y Salud (PSS) a presentar por el empresario estará firmado, asumiendo su contenido, como mínimo por las tras figuras siguientes:
 - El Contratista o su Delegado.



- El Jefe de Obra.
- El técnico de seguridad de su Servicio de Prevención, propio o ajeno, que haya colaborado en su elaboración o, en su caso, sea su autor. (Este técnico de seguridad será, por un lado, facultativo en ingeniería superior o media, competente en la construcción de la obra objeto del presente Proyecto, y por otro, estará facultado para ejercer la función superior del RD 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención o acreditará la superación de curso con el programa mínimo de formación establecido en el Anexo B de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos laborales relativos a las obras de construcción del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Presentará al D.O. el PSS, elaborado de acuerdo a las disposiciones de aplicación, antes de veinticinco (25) días naturales a contar desde el siguiente a la fecha de comunicación de la adjudicación. Si en base a las indicaciones o informes del coordinador de S. y S. o, en su caso, del D.O., hubiera de ser modificado, lo será con la máxima urgencia de modo que la versión definitiva vuelva al D.O. antes de quince (15) días naturales a contar desde la firma del Contrato para que sea informado (en su caso, favorablemente) y tramitado para su aprobación. Todo ello de acuerdo a la Circular 1/02 de la Secretaría General de O.P. (BOC del 14-03-2002).

Las labores y actividades a desarrollar en la ejecución de la obra se ceñirán en todo momento a la planificación preventiva establecida.

No se comenzará actividad alguna cuyo procedimiento de ejecución no se ajuste a lo establecido en el citado PSS, siendo, por tanto, obligatorio que el Contratista planifique de manera específica, y a tiempo, todas y cada una de aquellas nuevas actividades que puedan ir surgiendo en el transcurso de las obras. Para ello deberá atenerse a lo establecido al respecto, tanto en el RD 1627/1997 como en la Circular 01/02 de la Secretaría General de O.P.



Estas consideraciones se harán extensivas a los posibles cambios que se produzcan en los métodos y sistemas de ejecución de las actividades ya planificadas en el PSS vigente. En todo caso, estas variaciones o alteraciones del PSS, sean en calidad de Modificación o Adecuación, deberán ser reglamentariamente aprobadas en la forma establecida con la debida antelación al comienzo de los trabajos en cuestión.

El Contratista cumplirá escrupulosamente y con el debido rigor sus obligaciones preventivas en circunstancias de concurrencia de actividades establecidas en el Artículo 24 de la LPR y desarrolladas en el RD 171/2004, tanto con subcontratistas y trabajadores autónomos como con otros empresarios concurrentes (para cambio de servicios afectados, etc.).

Asistirá a las Reuniones de Coordinación que convoque el coordinador de S. y S. (o en su caso, el D.O.), en las que se levantará el correspondiente acta recogiendo lo tratado, los acuerdos y compromisos alcanzados, y la firma de los asistentes, incorporándose al archivo de prevención de la obra.

A través de su organización preventiva en la obra, que incorporará los recursos preventivos cuya presencia es obligada en obra de acuerdo a la legislación vigente, exigirá y vigilará el cumplimiento del PSS por parte de todos y cada uno de sus subcontratistas y trabajadores autónomos, sean del nivel de la cadena de subcontratación que sean, de acuerdo a lo establecido al efecto en los Artículos 15, 17 y 24.3 de la LPRL. Para ello entregará a cada subcontratista, con la antelación suficiente para su análisis, la parte del PSS que le atañe, para que, una vez estudiado, asista a la Reunión de Coordinación siguiente, además de cumplirlo en la ejecución. Asimismo, instará a los subcontratistas a transmitir el contenido del PSS a sus trabajadores, exigiendo el correspondiente Recibí, que pasará al archivo de documentación preventiva de la obra. Tal como se establece en la legislación, el contratista principal estará afectado por la responsabilidad solidaria derivada de incumplimientos de los subcontratistas.

Informará y proporcionará las instrucciones adecuadas a sus trabajadores, a las empresas subcontratistas y a sus trabajadores autónomos, tanto de las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra como de lo tratado en las Reuniones de Coordinación.



Mantendrá todas las medidas preventivas en correcto estado, teniendo en cuenta que es el responsable de la disposición y correcto uso y empleo de las mismas por los trabajadores en el momento adecuado, de forma que eviten los riesgos antes de que aparezcan. Por lo tanto, antes de comenzar cada actividad algún miembro de la organización preventiva del contratista en la obra comprobará que las medidas de seguridad están realmente dispuestas y preparadas para colocar. Siendo obligación del Contratista garantizar el estado, estabilidad y fiabilidad de las mismas.

En relación a los equipos de protección individual, el Contratista es el responsable de que todos los trabajadores de la obra cuenten con todos los equipos indicados en el PSS o en las disposiciones de aplicación para cada tipo de actividad; de igual modo, es responsable no sólo de proporcionar los equipos de protección, sino también de que su utilización se realice adecuadamente.

Sin perjuicio de lo establecido al efecto en el párrafo subcontratación del Artículo C104/0601 del presente Pliego, el Contratista deberá informar al coordinador de seguridad y salud, con la debida antelación, la incorporación de todo contratista, subcontratista o trabajador autónomo a la obra.

Deberá comunicar al coordinador de seguridad y salud o, en su caso, al D.O., con carácter inmediato, todos los accidentes e incidentes ocurridos en la obra, independientemente de su gravedad, así como de los accidentes en blanco (sin baja). Después de la primera comunicación presentará informe completo al respecto, aportando asimismo la información generada, en su caso, por la intervención de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, el Gabinete de Seguridad y Salud y otras instituciones. La aportación documental anterior se hará igualmente cuando los organismos citados intervengan por cualquier otra causa preventiva, cualquiera que fuera ésta.

Organización preventiva del Contratista en la obra

Para el adecuado cumplimiento de las obligaciones preventivas del contratista en el contexto del Artículo C101/0601, más específicamente las relativas a la integración de la actividad preventiva (tal como establece el Artículo 1 del RD 39/97 y las reformas introducidas en la Ley 54/2003), la presencia de recursos preventivos en la obra (de acuerdo al nuevo Artículo 32 bis de la Ley 31/95 y a la nueva disposición



adicional catorce de la misma) y la coordinación de actividades concurrentes (Artículo 24 de la Ley y RD 171/2004), el contratista dispondrá en obra el equipo y organización preventiva que aquí se establecen con carácter mínimo, que deberá ser concretado en el PSS.

- Bajo la dependencia y máxima dirección del empresario o, en su caso, del Delegado del Contratista (que podrá en el PSS establecer las jerarquías, organización concreta y responsabilidades en la forma que considere oportuna según su propia organización empresarial, manteniendo las titulaciones y conocimientos aquí requeridos con carácter mínimo en cada puesto) serán nombrados:

1. Facultativo Encargado o Responsable del cumplimiento de las obligaciones del empresario en la obra, principalmente vigilar el cumplimiento efectivo del PSS: El Delegado del Contratista o preferiblemente el Jefe de Obra (si no coinciden) para el tipo de obra que así lo requiera; en el resto de obras, mínimo Encargado General o similar.
2. Técnico de Prevención, designado por la empresa para la presente obra, que deberá planificar las medidas preventivas, formar e informar a sus trabajadores, comunicar e investigar los accidentes e incidentes, estar en contacto con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, supervisar al resto del personal preventivo del Contratista, organizar y dirigir la coordinación preventiva con otras empresas concurrentes en la obra, y otras funciones de similar naturaleza.
3. Trabajador Encargado de la seguridad en la obra, que tendrá presencia continua en la misma, con las obligaciones de vigilar el cumplimiento de lo prescrito en el PSS en lo concerniente a las actividades realizadas por su empresa, así como de comprobar la aplicación de la normativa de prevención por el resto de subcontratistas y trabajadores autónomos. En función de la magnitud y dispersión de las actividades desarrolladas por la empresa, llegado el caso, se nombrará, en tajos que por su magnitud y complejidad lo demanden, a criterio del Contratista, un trabajador encargado por tajo.



4. Trabajador Encargado de la equipación y el mantenimiento del estado de los Equipos de Protección Individual de todos los trabajadores.
5. Trabajador Encargado de mantener actualizado y completo el archivo de seguridad y salud de su empresa en la obra.
6. Trabajador Encargado de controlar el acceso de personas autorizadas a la obra y forma de desarrollar esta tarea, teniendo en cuenta, en su caso, la compatibilidad con el tráfico público y otras necesidades de uso de la carretera objeto de la obra.

- Dependiendo de la magnitud de las actividades a desarrollar, según sea la obra, las figuras recogidas en los párrafos anteriores, a excepción de la del técnico de prevención, podrá recaer, incluso, en un trabajador. El establecimiento definitivo de esta organización se realizará en el PSS.

- El contratista dispondrá también, dentro de esta organización, los recursos preventivos con presencia continua en los tajos y actividades de la obra en los que se realicen trabajos de especial riesgo, tal como establece el Artículo 32 bis y la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/95. La formación de estos recursos deberá adecuarse a lo establecido (con carácter mínimo) en el RD 39/97 en la forma que establece el 171/2004. Dichos recursos preventivos deberán integrarse en la organización preventiva del contratista en la obra, pudiendo en su caso, coincidir con las figuras anteriormente expuestas.

- El Contratista está obligado a incorporar a su PSS, independientemente de lo que el ESS o el EBSS indique al respecto, la relación de personal que ejercerá estas funciones, así como su dedicación a las mismas, de acuerdo y en las condiciones mínimas establecidas en este Artículo. Antes del comienzo de la obra comunicará al D.O. y al coordinador de S. y S. por escrito dicho personal, sin perjuicio de que durante la ejecución realice cambios justificados, que deberá también comunicar de la misma forma.



2.2 TÚNEL

2.2.1 EXCAVACIÓN DEL TÚNEL

2.3.1.1. EXCAVACIÓN DEL TÚNEL

Constituye el conjunto de labores a realizar para conseguir la sección de túnel definida en planos, de forma que sea regular en su contorno.

Se evitará la formación de desprendimientos en el entorno de la sección, dañando lo menos posible las características mecánicas de la roca alrededor de la misma y haciendo compatible el avance en la excavación con su estabilidad hasta el momento de la colocación del sostenimiento.

La excavación de la sección completa se ejecutará en fases sucesivas, correspondientes a la media sección superior (bóveda) y a la inferior (destroza), definidas geométricamente en los planos; a su vez se podrá subdividir en secciones parciales, cuando las características del terreno así lo exijan, para garantizar la estabilidad de la sección excavada.

En el proyecto se ha previsto la ejecución de la excavación mediante arranque mecánico, si bien el Contratista podrá, previa aceptación de la Dirección de obra, llevarla a cabo con otros sistemas, siempre que la ejecución de la excavación cumpla con las especificaciones exigidas en cuanto a sección tipo y estabilidad en toda la longitud del túnel.

Tanto en avance como en destroza, la excavación se realizará en pasos sucesivos cuya longitud máxima de avance será aquella que, dependiendo de las características de la roca, garantice la estabilidad de la excavación hasta la colocación del sostenimiento.

En el momento de iniciar las excavaciones del túnel el Contratista estará obligado a tener dispuestas todas las instalaciones y medios de obra tales como bombas para agotamiento de las filtraciones del túnel y acopiados los materiales necesarios para poder realizar los sostenimientos previstos y los extraordinarios que exija la seguridad de la obra.



2.3.1.2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Cualquiera que sea el sistema de ejecución empleado, el Contratista realizará una excavación cuyo borde teórico será el correspondiente al gálibo interior del túnel de proyecto, añadiendo los espesores previstos de sostenimiento y revestimiento, y la sobreexcavación de compensación de convergencia teórica. El defecto de excavación respecto a esta sección exigida, será corregido por cuenta del Contratista, sin poner en peligro la estabilidad total o parcial de la excavación y sin recibir ningún pago adicional por este concepto. Preferiblemente, esta labor se realizará inmediatamente después de la excavación, siempre que la estabilidad de ésta así lo permita. En cualquier caso, la Dirección de Obra podrá fijar el momento y la normativa a seguir en el proceso.

El contratista está obligado a cuidar el buen recorte y la regularidad de la sección excavada en cualquier tipo de terreno y podrá ser penalizado por la existencia de irregularidades imputables, a juicio de la Dirección de Obra, a una incorrecta ejecución de la excavación. La penalización se hará sobre el precio del metro cúbico de excavación en la longitud del túnel con irregularidades, y podrá ascender hasta un 25% de este precio, aplicable al volumen total de excavación.

- ***Arranque mecánico***

En los terrenos de baja calidad geotécnica (fracturación muy intensa o matriz rocosa meteorizada), en los que la eficacia del explosivo es débil o nula (además de ser de utilización peligrosa), se recurrirá a la excavación mecánica (pala, retroexcavadora, rozadora, etc.) con utilización eventual de pequeñas cantidades de explosivo para fragmentar las zonas compactas (taqueo).

Tanto si se utiliza las medidas mecánicas solas, como si se utilizan combinadas con un taqueo, el acabado del perfil de excavación definitivo se hará con martillo picador, a menos que se utilice una rozadora.

- ***Longitud de avance***

Las longitudes de avance en bóveda y destroza vienen definidas en el documento memoria y anejos, y son función del tipo de terreno atravesado.



Queda a criterio de la Dirección de Obra, en función de las características del terreno, la variación de las longitudes de avance. El Contratista tendrá en cuenta las limitaciones impuestas a la excavación por la necesidad de ir completando los sostenimientos, según se define en el Artículo 661 de este Pliego (*Sostenimiento del túnel*).

- **Fases de excavación**

La excavación del túnel se hará en dos fases, que aparecen definidas en los planos del Proyecto:

- Sección superior (o bóveda, o avance).
- Destroza.

La destroza se subdivide en dos fases de excavación, quedando a criterio de la Dirección de Obra la modificación de las mismas.

- **Saneos**

Inmediatamente después de la excavación de cada avance se procederá al saneo de la sección excavada para desprender los bloques potencialmente inestables con posibilidad de desprenderse a corto plazo. Se realizará un primer saneo con el cazo de una pala y un posterior picado con barra, siempre desde zona ya sostenida o previamente saneada. El saneo será extensivo al frente de la excavación que se dejará lo más regular posible y ortogonal al eje del túnel.

Con las operaciones del saneo se evitará en todo momento (fundamentalmente en terrenos muy fracturados) que se produzcan descalces de bloques y aumento de irregularidades en la sección excavada, que pueden favorecer conjuntamente la formación de desprendimientos.

- **Ventilación e iluminación**

El Contratista asegurará una ventilación constante y suficiente para garantizar un nivel de oxígeno admisible y eliminar los gases tóxicos y partículas de polvo.

Las concentraciones volumétricas máximas admisibles son:



- 50 p.p.m de monóxido de carbono.
- 50 p.p.m de dióxido de carbono.
- 10 p.p.m de óxidos de nitrógeno.
- 10 p.p.m de sulfuro de hidrógeno.
- 5 p.p.m. de dióxido de azufre.
- 1000 p.p.m de hidrógeno.

El contenido de oxígeno en el aire no será menor del 20% en volumen.

El Contratista iluminará el frente de avance y zonas de trabajo con una intensidad superior a 250 lux y el resto del túnel con una intensidad superior a 50 lux.

Estas partidas de encuentran incluidas dentro de los precios de la excavación de las distintas secciones del túnel.

2.2.1.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición de la excavación es función del sostenimiento que se coloque, ya que el espesor de éste condiciona la sección de excavación; también es función del tipo de terreno atravesado debido a las limitaciones que implica la ejecución en fases y subfases y la longitud de avance. Las excavaciones se medirán de acuerdo con las siguientes unidades:

- m^3 de excavación en túnel en sección ST-1.
- m^3 de excavación en túnel en sección ST-2.

La excavación se considera sin clasificar, independientemente por lo tanto del sistema de arranque. Además de la excavación propiamente dicha, en el precio unitario están incluidas la preparación y replanteo de la pega, perforación, carga y voladura incluido el recorte o el avance mecánico, la ventilación, el saneo, el desescombro y carga del material, acopios intermedios, transporte a vertedero o terraplén, canon de vertedero, así como todos los materiales y medios necesarios para realizar la excavación correctamente. También están incluidos los materiales y medios de obra necesarios para mantener en condiciones adecuadas las



excavaciones frente a la entrada de agua, tanto en tramos ascendentes como descendentes y hasta un caudal máximo por boca de 100 litros por segundo incluyendo las cunetillas y eventualmente el empleo de hormigón pobre para la impermeabilización de estas.

El abono de la excavación se realizará por metros cúbicos teóricos de la “sección de abono” definida como la resultante de añadir al gálibo interior libre del túnel los espesores de sostenimiento, revestimiento, compensación de convergencias y sobreexcavación, según los planos.

A la vista de los resultados de la auscultación de cada tipo de terreno, la Dirección de Obra podrá modificar la sobreexcavación para compensación de convergencias.

En todas las secciones, el límite inferior de abono vendrá delimitado por el plano inferior del firme, ya que se ha previsto un macizo de protección de la solera para evitar la sobreexcavación que inevitablemente se produce por el deterioro ocasionado debido al paso de vehículos y maquinaria.

Para la sección T-2, la medición de la excavación se realizará por metros cúbicos teóricos de una línea de abono tangente al contorno interior del paraguas. Las correcciones de perfil por causas imputables al Contratista no serán abonadas; las correcciones de perfil por cuenta de la Dirección de Obra se medirán por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados por orden de la Dirección de Obra y se abonarán al mismo precio que el de la unidad del Cuadro de Precios.

Unidades:

01.01 Excavación del túnel en avance con rozadora en Sección I

01.02 Excavación del túnel en avance con rozadora en Sección II

01.03 Excavación del túnel en destroza, con rozadora en Sección I

01.04 Excavación del túnel en destroza, con rozadora en Sección II



2.2.1.2. EXCAVACIÓN EN ZANJAS

La presente unidad de obra cumplirá las especificaciones establecidas en el Artículo 321.-“*Excavación en zanjas*” del PG-3, completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

Definición:

La excavación en zanjas se considerará no clasificada.

Unidades que corresponden a este Artículo

El presente Artículo es de aplicación a las siguientes unidades de los cuadros de precios del Proyecto:

1.3.1 Excavación en zanjas

2.2.2. SOSTENIMIENTO DEL TÚNEL

2.2.2.1. GENERALIDADES

Los elementos constitutivos del sostenimiento serán los siguientes:

- Bulones.
- Hormigón proyectado y mallazo.
- Cerchas (en ciertas secciones).

2.2.2.2. SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO

Las secciones tipo de sostenimiento, definidos en los Planos del presente Proyecto, están previstas para distintos tipos de materiales y de comportamiento geotécnico del macizo rocoso. La elección del perfil tipo más adecuado es función de las características geológicas y geotécnicas del frente y se hará en base a las observaciones efectuadas por los servicios de asistencia geotécnica a la Dirección de Obra.

La definición del perfil de sostenimiento a aplicar estará a cargo de la Dirección de Obra. La perfecta adecuación del perfil de sostenimiento se conseguirá a partir del análisis de los datos geotécnicos obtenidos. En caso necesario, se procederá a un



refuerzo de las zonas ya sostenidas y a la adaptación del sostenimiento en la zona del frente.

- ***Reglas fundamentales de ejecución***

El factor tiempo y la correcta sucesión de fases de trabajo son elementos esenciales en la construcción de túneles.

Las reglas fundamentales que es necesario respetar, además de las indicaciones contenidas en los apartados del presente artículo son las siguientes:

- La proyección de una capa de hormigón de 5 cm. de espesor, denominada capa de sellado, deberá ejecutarse lo antes posible después de la excavación, incluso antes del drenaje en ciertos terrenos. En terrenos inestables, esta capa de sellado podrá ser de hormigón sobreacelerado. Cuando la excavación sea mecánica, la proyección de la capa de sellado podrá hacerse simultáneamente con la excavación, por tratamiento sucesivo de superficies reducidas.
- Los bulones se colocarán inmediatamente después de la capa de sellado. Las placas se colocarán apoyándose contra las cerchas en la sección S-2, y en la sección S-1 se colocarán contra la capa de sellado. Ello obligará a proteger las roscas durante la proyección de las capas de hormigón.
- Las capas de hormigón proyectado que componen el sostenimiento deberán colocarse rápidamente.
- La distancia entre el frente de la media sección y la destroza en sección completa será variable según la sección tipo. Cuanto peor sea la calidad geotécnica del terreno, antes convendrá cerrar totalmente la sección completa.

- ***Fases de ejecución***

Salvo indicación en contra de la Dirección de Obra, las fases de ejecución serán las siguientes:



Sección tipo S-1

1. Excavación y desescombro.
2. Drenaje y proyección de una capa de sellado de 5 cm.
3. Colocación de malla electrosoldada de 15 x 15 x 0,6 cm.
4. Perforación y colocación de los bulones. Colocación de las placas y tensionado de los bulones.
5. Proyección de otra capa de 10 cm. de hormigón proyectado.

Sección tipo S-2

1. Excavación y desescombro.
2. Drenaje y proyección de una capa de sellado de 5 cm.
3. Colocación de malla electrosoldada de 15 x 15 x 0,6 cm.
4. Perforación y colocación de los bulones. Colocación de las placas y tensionado de los bulones.
5. Colocación de las cerchas con arriostramiento longitudinal.
6. Proyección de otra capa de 15 cm. de hormigón proyectado.

Las etapas son las mismas en bóveda y destroza. El sostenimiento de una fase excavada deberá completarse en un intervalo máximo de tiempo de 48 horas.

- Otras reglas de ejecución

Toda capa de hormigón proyectado iniciada, deberá ser terminada en el mismo turno de trabajo (o en el siguiente si no hay discontinuidad en el tiempo). El turno que precede a una interrupción del tajo de varias horas o días deberá terminar obligatoriamente en su totalidad el sostenimiento del último avance.

Queda a criterio del Director de Obra el sustituir la malla electrosoldada de acero por la adición de fibra dramix al hormigón proyectado.



Además de los anteriores, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de actuación durante la construcción:

- Cuando se atraviesen terrenos en tramos de características geomecánicas alternantes, dispuestos en longitudes lo suficientemente cortas que impidan un cambio neto en el sostenimiento al pasar de unos a otros, se adoptará un sostenimiento capaz de estabilizar cualquiera de los distintos terrenos que componen las alternancias, si bien se podrá actuar sobre la cuantía de los elementos de utilización más flexible para adaptarlo a las necesidades del terreno.
- Cuando se aprecie una mejora en las características del terreno, la reducción del sostenimiento se hará de una forma gradual, hasta que se tenga conocimiento del comportamiento en el nuevo tipo de terreno.
- Cuando se aprecie un movimiento en las características del terreno, el sostenimiento se aumentará en la cuantía necesaria, de una forma inmediata.
- A pie de obra, el Contratista dispondrá de los acopios y medios necesarios para realizar eventuales refuerzos del sostenimiento, de una manera inmediata, en avance y destroza, teniendo en cuenta los problemas planteados por las dimensiones de esta última en cuanto al acceso a cualquier punto de la sección.
- Los medios necesarios para la ejecución del sostenimiento y refuerzo, así como las instalaciones complementarias (agua, electricidad, ventilación, etc.), deberán estar en perfectas condiciones de uso en todo momento; además las instalaciones complementarias estarán situadas lo más cercanas posibles al área de trabajo.
- Los equipos de personal serán los necesarios y estarán completos, supliéndose en todo momento las bajas que en ellos puedan producirse por cualquier causa.



- El Contratista agilizará al máximo la rapidez de petición y transporte a obra de medios y/o materiales de uso poco corriente, cuya utilización pudiera ser necesaria en algún momento durante la construcción.
- Los medios materiales para la ejecución del sostenimiento y sus eventuales refuerzos deberán estar dimensionados en calidad y cantidad para llegar rápidamente a cualquier punto de la sección.
- Se deberán tener previstos “stocks” de repuestos de material, sobre todo del fácilmente fungible.
- Se deberá tener un taller a pie de obra suficientemente dotado para poder modificar “in situ” piezas o elementos de sostenimiento.

A continuación se detallan las especificaciones de cada una de las unidades que componen el sostenimiento.

2.2.2.3. BULONES

El bulonaje será de tipo continuo a base de resina sintética o mortero de cemento; la Dirección de Obra decidirá el tipo de material en función del comportamiento en cada tipo de terreno.

- **Materiales**

Barras

Salvo indicación contraria de la dirección de Obra, se utilizarán bulones de 3,5 m. de longitud para la S-1 y 4,5 m. para la S-2 con diámetro de 25 mm. Las barras serán corrugadas de acero tipo GEWI de alta adherencia y alto límite elástico (AEH-500), con una resistencia a la tracción mínima de 25 tn. Su cabeza irá provista de una tuerca hexagonal y de una longitud de rosca mínima de 25 mm.

Placas

La unión entre el bulón y el hormigón proyectado o la cercha se efectuará por medio de una placa cuadrada de acero de 8 mm. de espesor y 15 cm. de lado. Las placas estarán provistas de una rótula semiesférica que permita orientar el bulón oblicuamente en relación con la normal a la pared.



Resinas

El tipo de resina y de cartuchos a utilizar deberá ser aprobado previamente por la Dirección de Obra. La resina de fraguado rápido deberá adquirir su resistencia final al cabo de una hora como máximo de su puesta en obra. Al cabo de 20 min. de su puesta en obra, su resistencia deberá ser suficiente para permitir el desenroscado de los adaptadores de la cabeza de los bulones. El fabricante de la resina deberá garantizar la perennidad del anclaje en terreno con agua, incluso en medios alcalinos. Las cargas de resina deberán ser utilizadas dentro del mes que sigue a su entrada en el almacén de obra como máximo y en cualquier caso antes de su fecha de utilización que deberá estar escrita en la carga. En caso de que la inyección no se realice con lechada de cemento, la protección del bulón podrá efectuarse mediante resina de fraguado lento la cual deberá adquirir en obra su resistencia final en un tiempo tal que permita perfectamente el tensado del bulón sin ofrecer resistencia.

- ***Puesta en obra***

Perforación

La perforación para la colocación de los bulones se iniciará lo antes posible después de la excavación y después de la proyección, de una primera capa de hormigón, eventualmente sobreacelerado, de 5 cm. de espesor (capa de sellado).

El material de perforación deberá permitir la fácil ejecución de los taladros en cualquier posición y ángulo de ataque.

El diámetro de la barrera excederá de 4 a 8 cm. el diámetro de la barra a colocar. La longitud de perforación será inferior en 10 cm. a la longitud del bulón a colocar salvo indicación contraria de la Dirección de Obra. La orientación de los taladros será perpendicular a la pared, salvo indicación en contra.

Una vez terminada la perforación, se limpiarán los agujeros con cuidado, con agua a presión o con aire comprimido si se aprecia un riesgo de inestabilidad.

Colocación de los bulones



Para conseguir una buena mezcla de los componentes de la carga de resina, el espacio anular entre el bulón y la pared del taladro estará comprendido entre 2 y 4 mm.

El volumen total de la carga de la resina introducida será superior en un 10% al volumen del espacio anular. En terrenos que permitan una perforación muy regular, este valor se podrá reducir al 5%. La longitud total de las cargas será inferior al 90% de la longitud del taladro.

La colocación de los bulones es una operación delicada que requiere una atención particular en los detalles de ejecución, ya que estos condicionan la eficacia del bulonaje. Las reglas esenciales a respetar son las siguientes:

1. El tiempo transcurrido entre la perforación y la introducción de las cargas y del bulón será mínimo.
2. Después de haber limpiado el agujero y haber asegurado que éste no presente irregularidades (mediante la introducción de una barra metálica o de madera de igual diámetro que el bulón a colocar), se introducirán las cargas de resina hasta el fondo del agujero.
3. Una vez desengrasada y limpiada la barra con un cepillo metálico, se introducirá en el agujero. Para ello se utilizará un martillo con potencia suficiente para introducir el bulón en 1 min. aproximadamente. La unión entre el martillo y la cabeza roscada del bulón se hace mediante un adaptador, que no se deberá tocar hasta que hayan transcurrido 20 min. desde la colocación del bulón, lo que obliga a la previsión del número suficiente de adaptadores en obra.
4. Para introducir el bulón en el agujero y conseguir una buena mezcla de los componentes de las cargas de resina de fraguado rápido y fraguado lento independientemente se procederá con empuje y rotación simultáneamente (más de 1000 rev./min.). Una vez alcanzado el fondo del agujero se deberá continuar la rotación durante 15 seg. Se pondrá especial cuidado en mantener el martillo en el eje del agujero.



5. Se dará tensión a los bulones antes de transcurridas las 2 horas desde su colocación, se tensarán a 14 tn mediante un aparato neumático rotativo, calibrado para esta tensión. Caso de colocar bulones sin pretensar deben también apretarse para una fuerza de una 2 tn. para garantizar un contacto perfecto entre la placa y la superficie de apoyo.

- **Ensayos y controles**

Para asegurarse de la buena calidad del bulonaje, se efectuarán los ensayos y controles siguientes:

- Control de calidad de los materiales y en particular control constante del estado de conservación de las cargas de resina, que deberán llevar su fecha tope de utilización.
- Control estadístico de la longitud libre no anclada del bulón, en cabeza, mediante la introducción de un alambre. Se efectuará 1 control por cada 10 bulones colocados.
- Ensayos de tracción (arranque) de bulones colocado normalmente (y no de bulones colocados especialmente para ensayos), mediante un gato hueco que permita ejercer una tracción sobre el bulón, apoyándose en la pared. Se dibujará el gráfico esfuerzo-deformación a partir de las lecturas de los comparadores que midan la deformación del bulón en función de las cargas aplicadas. La metodología precisa del ensayo, así como la definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar en los distintos tipos de terreno, serán definidos por la Dirección de Obra. Un mínimo de 17,5 tn. deberá ser alcanzado en los materiales rocosos. Se efectuará un ensayo por cada 50 bulones colocados. Si se observaran anomalías, se efectuarán 5 ensayos complementarios.
- Ensayo de tracción sobre bulones cortos (0,5 m. a 1 m.) para comprobar la adecuación de la resina del fraguado rápido propuesta por el Contratista, a los terrenos de la traza del túnel. Estos ensayos, en número de 5 por tipo de terreno, se realizarán antes del inicio de la obra, con preferencia en zonas húmedas.



En caso de que alguno de los ensayos o controles expuestos anteriormente evidenciara anomalías en la calidad del bulonajela Dirección de Obra tomará las medidas oportunas para remediar la situación.

Todos los ensayos y controles se realizarán bajo la supervisión de la Dirección de Obra.

- **Medición y abono**

Los bulones, colocados en obra, se abonarán por metros lineales (m.) realmente colocados.

El precio de abono incluirá todos los elementos de sujeción y anclaje del bulón descritos en el presente artículo, su colocación en obra, incluida la perforación previa, su tratamiento y todos los elementos auxiliares, y también el coste de maquinaria y personal necesario para su correcta puesta en obra.

- **Unidades**

2.1.04. Bulón Swellex D= 25mm

2.2.2.4 MALLA ELECTROSOLDADA DE ACERO

- **Materiales**

El mallazo será de retícula de 15 x 15 cm. y un diámetro de 6 mm. Será de acero de alto límite elástico AEH-500

- **Puesta en obra**

La distancia máxima entre el mallazo y la pared (capa de hormigón proyectado) será de 15 cm.

El número de puntos de sujeción del mallazo a la pared será como mínimo de 2 por metro cuadrado a fin de evitar las vibraciones de la capa de mallazo durante la proyección del hormigón. Cuando el mallazo se aplique sobre el hormigón proyectado o roca de buena calidad, la sujeción se podrá efectuar con clavos "spit" y aprovechando las cabezas de los bulones disponibles. Cuando los clavos "spit" no permitan una sujeción correcta del mallazo se recurrirá a anclajes de 20 a 30 cm. de longitud y de 8 mm. de diámetro. En las zonas de excesivo retranqueo de la



excavación se permite cortar la malla para adaptarla mejor al terreno siempre que se dispongan mallas adicionales de solapo en las uniones.

El solape perimetral entre dos capas de mallazo contiguas será de 2 mallas (30 cm.). La atadura del solape deberá ser muy cuidadosa.

Queda a criterio de la Dirección de Obra la sustitución de la malla electrosoldada por la adición de fibras de acero al hormigón proyectado; el porcentaje de fibras de acero EE de 18 mm. será como mínimo de un 1% en volumen del total.

- **Medición y abono**

El mallazo, colocado en obra se abonará por metros cuadrados (m^2).

La medición correspondiente se establecerá mediante el producto de la longitud del perímetro teórico, incluida la sobreexcavación de abono, correspondiente a su punto de aplicación, por la longitud del túnel recubierta por la misma.

El precio de abono incluye la parte proporcional de los elementos de anclaje y atado, así como los solapes necesarios según el presente artículo, las pérdidas por recortes y todos los elementos auxiliares, coste de maquinaria y personal necesario para su total puesta en obra.

Cuando el Contratista haya propuesto y la Dirección de Obra aceptado la sustitución de la capa de mallazo por refuerzo de fibras, se abonará al Contratista por este concepto el mismo precio que si hubiera colocado la malla en dicha sección. Este cambio sólo será aceptable si el contenido en fibras metálicas sea igual o superior a 60 kg/m^3 .

- **Unidades**

2.1.03 Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm

2.2.2.5 HORMIGÓN PROYECTADO

Es indiferente la elección por parte del Contratista de las formas de proyección aceptables, vía seca con lanza de premojado a 3 metros o vía húmeda, debiendo mantenerse el sistema elegido siempre que los resultados sean satisfactorios y aprobados por la Dirección de Obra.



- **Materiales**

Todos los materiales constitutivos deberán ser aprobados por la Dirección de Obra, a propuesta del Contratista.

Áridos

Los áridos deberán ajustarse a las prescripciones de la Norma EHE.

La curva granulométrica será lo más continua posible, con un diámetro mínimo de 0,1 mm. y un diámetro máximo de 12 a 15 mm. En proyección por vía húmeda el tamaño máximo se reducirá a 10 mm. La tolerancia permitida en relación con la curva granulométrica óptima adoptada será de $\pm 5\%$.

Se utilizarán preferentemente los áridos rodados, que disminuyen notablemente el desgaste de la maquinaria de proyección.

En lo que se refiere a la fracción arenosa, el equivalente de arena será como mínimo de 80.

La humedad a la entrada de la máquina de proyectar por vía seca será prácticamente nula (inferior al 2%), para evitar la formación de grumos que destruyan las tuberías.

Cementos

Los cementos deberán ajustarse a las prescripciones de la Norma EHE

Agua

El agua deberá ajustarse a las prescripciones de la Norma EHE.

Acelerante de fraguado

Se comprobará que el acelerante de fraguado sea compatible con el cemento utilizado. Su influencia sobre las características del hormigón deberá ser conocida.

El acelerante deberá estar conforme con las normas de seguridad del personal. No deberá ejercer ningún efecto corrosivo sobre los hierros, lo que excluye en principio cualquier producto a base de cloruros.



Otros aditivos

Los demás aditivos eventuales del hormigón proyectado deberán satisfacer las condiciones definidas para el acelerante de fraguado y además deberán ser compatibles con él.

- ***Dosificación***

La dosificación de los componentes del hormigón proyectado deberá hacerse teniendo en cuenta que la dosificación final del hormigón puesto en obra es distinta de la inicial, debido al rechazo que afecta principalmente a los áridos gruesos y que se traduce en un aumento de la dosificación final del cemento y áridos finos del 10 al 20%.

A título indicativo, la dosificación inicial en cemento en vía seca deberá ser superior a 350 kg/m^3 y a 400 kg/m^3 en vía húmeda.

Se utilizará la dosificación mínima de acelerante de fraguado necesaria para obtener una adherencia suficiente del hormigón proyectado en clave, a corto plazo. La dosificación del acelerante estará comprendida entre 2 y 5% en peso de cemento, salvo en el hormigón proyectado sobreacelerado (capa de sellado en ciertos casos, tratamiento en frente inestable) en el que el acelerante podrá exceder el 15%.

La dosificación en agua en vía seca, a partir de la lanza de prefijado deberá ser correcta y constante. Ello exige un personal experimentado y un tarado de la llave manual. En vía húmeda la relación agua/cemento mínima será 0,6 si no se usan fluidificantes, pudiendo bajar hasta 0,5 si se utilizan.

La dosificación ideal de hormigón proyectado, en función de las resistencias impuestas se obtendrá a partir de ensayos previos efectuados por el Contratista, bajo la supervisión de la Dirección de Obra, la dosificación final adoptada deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

- ***Características del equipo***

Mezcla en seco

Equipo de dosificación y mezclado



La dosificación se efectuará en peso. El equipo mezclador debe unir íntimamente los áridos y el cemento y tener una capacidad suficiente para mantener la continuidad de la producción. El tiempo de amasado no será inferior a un minuto para mezclador de tambor. Cuando de empleen otros tipos de mezcladores de debe comprobar que realizan la mezcla correctamente. La mezcladora debe ser autolimpiable y descargar todo el material sin dejar restos de una amasada para la siguiente, debiendo inspeccionarse y limpiarse completamente al menos una vez al día, o más a menudo si es necesario, para evitar que fragüen los restos de materiales depositados.

Equipo de transporte

El equipo de transporte deberá ser del tipo cuba de hormigón para evitar segregaciones y suministrará una corriente continua y fluida de material uniformemente mezclado y a la velocidad adecuada, hacia la entrada de la máquina de proyección.

Máquina de proyección y boquilla de descarga

Deberán preverse como mínimo 2 máquinas de proyección por frente de ataque, con un rendimiento mínimo de 3 m³ por máquina.

La boquilla de descarga debe estar equipada con lanza de premojado a 3 metros y con un sistema de introducción de agua de operación manual (anillo de agua), que la distribuya uniformemente en el interior de la mezcla árido-cemento. La válvula del agua debe permitir ajustar el caudal de salida y ser de fácil manejo.

La boquilla debe suministrar un chorro cónico de hormigón proyectado, de apariencia uniforme en su contorno. La distorsión de esta corriente o cualquier apariencia de falta de uniformidad, indican que la boquilla está desgastada o que funciona mal el sistema inyector de agua.

Se debe limpiar cuidadosamente todo el equipo al final de cada turno de trabajo, inspeccionándose regularmente por si ciertas piezas precisan ser renovadas.

Suministro de aire



El compresor debe mantener un suministro de aire limpio y seco, adecuado para proporcionar suficiente velocidad a la masa que sale de la boquilla hacia cualquier punto de trabajo.

La presión de trabajo será la necesaria para conducir el material desde el equipo de mezclado hasta la boquilla, y se mide mediante un manómetro próximo a la boca de salida del material.

La presión del aire debe ser uniforme y constante (sin pulsaciones), serán de 6 a 7 kg/cm².

Suministro de agua

La presión del agua en la boquilla de descarga debe ser mayor que la del aire, para asegurar su salida y una mezcla perfecta con los otros materiales; asimismo debe ser constante y uniforme.

Mezcla húmeda

Equipo de dosificación y mezclado

La dosificación se efectuará en peso. El equipo mezclador debe ser capaz de mezclar completamente los materiales, en cantidad suficiente para mantener una puesta en obra continua. El tiempo necesario para el mezclado depende del tipo de mezcla y de la eficiencia de la hormigonera.

El empleo de hormigón de la compacidad prevista y de calidad uniforme es fundamental para una buena operación de proyectado.

Equipo

El equipo para mezcla húmeda debe tener las características y dimensiones que hayan proporcionado resultados satisfactorios en obras similares.

Debe suministrar los materiales premezclados uniforme y continuamente a través de la manguera de transporte.



Debe seguirse las recomendaciones del fabricante para seleccionar el tipo y tamaño de la boquilla en función del tamaño de los áridos, y para la limpieza, inspección y mantenimiento del equipo.

Suministro de aire

El compresor debe mantener un suministro de aire adecuado para proporcionar suficiente velocidad a la masa que sale de la boquilla hacia cualquier punto de trabajo.

- ***Puesta en obra***

La Dirección de Obra deberá aprobar previamente el material de proyección y medios auxiliares previstos por el Contratista.

Deberán preverse como mínimo 2 máquinas de proyección por frente de ataque, con un rendimiento mínimo de 3 m³/h por máquina.

Preparación de la superficie:

La superficie a proyectar se deberá limpiar con agua a presión, salvo en terrenos de baja calidad geotécnica en los que esta operación podría provocar la caída de bloques o la aparición de inestabilidades.

Proyección:

De un modo general, la proyección del hormigón deberá ejecutarse lo antes posible después de la excavación. En terrenos inestables, la proyección de una primera capa de sellado deberá ejecutarse durante la fase de excavación, que se efectuará con medios mecánicos. Eventualmente se procederá a la proyección del frente.

La distancia entre la extremidad de la lanza y la superficie a proyectar, es función de la velocidad de salida del hormigón, función a su vez de la presión de proyección y la longitud de la tubería. Normalmente esta distancia estará comprendida entre 0,5 m. y 2 m.

El ángulo de proyección será lo más perpendicular posible a la superficie a proyectar.



El espesor máximo de una capa de hormigón proyectado en una sola fase no excederá de 10 cm., salvo indicación contraria de la Dirección de Obra, que estará facultada para disminuirla según los resultados obtenidos en obra. Para pasar a espesores superiores a 10 cm. en una sola capa, se deberán realizar ensayos previos. La capa siguiente podrá proyectarse al cabo de unas horas.

Todos los elementos metálicos (placas de bulones, cerchas, mallazo, barras o tresillones, chapas) deberán estar recubiertas con un espesor igual o superior a 2,5 cm. de hormigón proyectado. Se cuidará de que no quede ningún vacío detrás de las cerchas.

Se evitará la proyección de hormigón sobre una superficie recubierta de hielo. Se comprobará, mediante ensayos a realizar en tiempo oportuno, que las propiedades del hormigón proyectado no se alteren por debajo de 50 °C.

- **Controles y ensayos**

Antes de iniciar la proyección en obra, el Contratista deberá efectuar una serie de ensayos de calidad de los componentes del hormigón proyectado y de adecuación del material de proyección, trabajando en condiciones análogas a las de la obra.

Paralelamente, el Contratista deberá proceder a la realización de una serie de ensayos destinados a obtener la formulación óptima del hormigón proyectado, susceptible de tener las resistencias a la compresión siguientes:

	MEDIA (kg/cm²)	VALOR MÍNIMO (kg/cm²)
1 día	90	80
3 días	130	110
7 días	200	180
28 días	300	250

Las probetas serán cúbicas (10 cm. de arista) hasta una edad del hormigón de 36 horas. A partir de esta edad, las probetas serán cilíndricas de 12 cm. de altura y 6 cm. de diámetro.



Las probetas se tomarán por testificación en la parte central de cajas de fondo plano de 15 cm. de profundidad y de 50 x 50 de lado como mínimo, en las que se habrá proyectado el hormigón perpendicularmente al fondo, colocado en posición subvertical.

El número de cajas será suficiente para permitir la determinación de la resistencia del hormigón a diferentes edades.

La preparación y conservación de las probetas serán las usuales en los ensayos del hormigón clásico.

Para la definición de la formulación óptima del hormigón proyectado (ensayos de estudio), el número de probetas a ensayar será como mínimo de 6 a 1 y 3 días, 8 a 7 días y 16 a 28 días.

Una vez obtenido un hormigón que satisfaga las condiciones de resistencia exigidas se realizará en obra un hormigón testigo con cada uno de los equipos de proyección. El número mínimo de probetas sometidas a ensayos será el mismo que el definido para los ensayos de estudio. El Contratista podrá empezar la proyección de hormigón en obra si las resistencias a 7 días corresponden a las exigidas. Si las resistencias a 28 días fueran inferiores a las exigidas, el Contratista deberá introducir las modificaciones para paliar la insuficiencia constatada.

La constancia de las características de los materiales empleados en la fabricación del hormigón se comprobará de un modo continuo. Se realizará 1 ensayo de equivalencia de arena y una granulometría por 20 m³ de material empleado.

La calidad del hormigón proyectado se controlará permanentemente durante la ejecución de la obra, mediante una serie de ensayos por 100 m³ de hormigón proyectado (cada 80 m³ durante los primeros 1000 m³). Para ello se procederá a la proyección de hormigón a pie de obra, en las cajas descritas anteriormente, de las que extraerán en su parte central las probetas para los ensayos.

El número de probetas a ensayar en cada control sistemático será como mínimo de 2 cubos al día y 3 cilindros a 3,7 y 28 días.



Las resistencias obtenidas deberán ser superiores o iguales a las exigidas. En caso de que se observen resistencias inferiores, la Dirección de Obra tomará las medidas pertinentes para remediar la situación. Estas medidas podrán consistir, si la Dirección de Obra lo juzga necesario, en la demolición y reconstrucción del hormigón deficiente a cargo del Contratista.

Se procederá a un control de calidad del hormigón proyectado in situ, por rotura de probetas extraídas por testificación del hormigón proyectado del sostenimiento. Salvo indicación contraria de la Dirección de Obra, se tomarán 3 testigos cilíndricos de 12 m. cada 20 m. del túnel.

Se controlará permanentemente que los espesores mínimos de hormigón proyectado corresponden a los de proyecto, mediante la colocación, antes de la proyección de clavos de longitud conocida, con una densidad de 1 clavo por 4 m²(malla de 2 m.).

Todos los ensayos y controles se realizarán bajo la supervisión de la Dirección de Obra.

- ***Medición y abono***

El hormigón proyectado, puesto en obra, se abonará por metros cúbicos (m³), obtenidos multiplicando el espesor de hormigón correspondiente a cada sección, por el perímetro teórico medio (incluyendo las sobreexcavaciones de convergencia y abono).

El precio de abono comprenderá el de los aditivos, las pérdidas por rebote y de todo tipo, coste de la preparación de superficie a proyectar, costes de las precauciones especiales, y demás condiciones del artículo, así como todos los elementos necesarios para su correcta puesta en obra.

Los espesores de hormigón proyectado que se citan en *Excavación del túnel* son espesores medios, la máxima diferencia aceptable entre el espesor mínimo colocado y el teórico será de 2,5 cm. Con objeto de comprobar que se cumplen estas condiciones de espesor medio y mínimo, se realizarán 10 taladros de comprobación cada 20 m.



- **Unidades**

2.1.01 Hormigón. Sellado túnel

2.1.02 Hormigón proyectado. Sostenimiento

2.2.2.6. CERCHAS TIPO TH-21

- **Materiales**

Las cerchas tipo TH se colocarán con perfil invertido (cerchado al revés, con concavidad hacia el interior de la excavación), de manera que pueda rellenarse el hueco con hormigón proyectado.

El arriostramiento longitudinal se realizará mediante tresillones o barras de armadura de 40 mm. soldadas a las cerchas.

Las cerchas se suministrarán en elementos que permitan su colocación por fases, en función de la secuencia de excavación.

- **Puesta en obra**

Las cerchas se colocarán de manera que se sitúen precisamente en el plano vertical. Previamente se procederá a la proyección de una primera capa de hormigón de sellado. La distancia entre cercha y la capa de sellado será de 3 cm.

En las cerchas TH la unión entre dos elementos se hará con dos grapas que bloqueen una zona de solape de unos 50 cm.

Los tresillones o barras de arriostramiento longitudinal se colocarán cada metro a lo largo del desarrollo de la cercha. En las cerchas no bulonadas, este arriostramiento facilitará la estabilidad de las cerchas en la fase de colocación, antes de la proyección de la capa de hormigón que recubrirá la cercha.

Durante la proyección del hormigón se evitarán los huecos detrás de las cerchas, mediante una proyección oblicua. Las cerchas deberán quedar recubiertas con un espesor mínimo de 2,5 cm. de hormigón proyectado.

- **Medición y abono**

Las cerchas se abonarán por unidades realmente colocadas.



El precio de abono incluirá los elementos de anclaje al terreno, fijación de solapes y arriostramiento longitudinal definidos en el presente artículo, así como todos los elementos auxiliares, coste de maquinaria y personal necesario para su correcta puesta en obra.

- **Unidades**

2.1.05 Cercha metálica perfil TH-21

2.2.2.7. MICROPILOTE D=90MM DE DIÁMETRO EN PARAGUAS DE
SOSTENIMIENTO

Definición:

Consistirá en la ejecución de una corona de micropilotes alrededor del túnel y exterior a su sección.

- **Ejecución**

Comprenderá la realización de taladros de 10 cm. de diámetro, de una longitud y con una separación entre si definidas en los Anejos o indicadas en cada caso por la Dirección de Obra.

Estos taladros se ejecutarán con entubación en toda su longitud, para evitar la caída de fragmentos de roca hacia su interior que pudieran dar lugar a obturaciones.

Los taladros se realizarán admitiendo una desviación máxima al final del taladro del 1% de su longitud respecto a su posición teórica, siendo constante la distancia radial de cada uno de ellos al perímetro teórico de la sección.

A continuación se introducirá en toda la longitud del taladro un redondo D=90 de longitud conveniente, de acero corrugado AEH-500.

Además de la barra se colocará un tubo metálico hasta el final del taladro, que servirá para la introducción de la lechada. Este tubo estará rasurado cada metro y con un obturador en su interior que permita la salida de la lechada por cada una de las ranuras existentes en su longitud. Por el interior del obturador irá un tubo por el cual se introducirá directamente la lechada desde la bomba.



También se colocará un tubo de plástico o macarrón con ranuras cada metro que servirá como respiradero para la salida del aire, una vez empezado el relleno del taladro.

A continuación se procederá a rellenar el taladro de lechada de cemento con una consistencia tal que asegure su perfecto relleno, y con una presión máxima de 3 kg/cm² en el manguito de inyección.

La manera de ejecutar el relleno del taladro será la siguiente:

- Se empezará a rellenar desde el final del taladro hasta la boca y, al mismo tiempo y gradualmente, se procederá a retirar la camisa de entubado mediante un gato, con objeto de que la lechada de cemento relleno al mismo tiempo el taladro y las grietas continuas a él; de esta manera se obtendrá, aparte de un micropilote puntual, una pantalla de inyección con la que se pueda conseguir una consolidación del terreno alrededor de la media sección superior del túnel.
- Una vez empezado el relleno se continuará hasta su terminación de una manera ininterrumpida.
- No se admitirá en ningún caso un volumen de lechada por piquete menor que el volumen libre teórico del taladro.

- **Medición y abono**

La medición y abono será por metro lineal (m) de micropilote terminado según la unidad del Cuadro de Precios.

- **Unidad**

3.02 Paraguas de micropilotes

2.2.3. EMBOQUILLES DEL TÚNEL

En los planos y anejos del proyecto se definen los taludes de excavación y dispositivos necesarios para el emboquillado de los túneles que consisten básicamente en:



- Instalación de una capa de 5 cm. de hormigón proyectado con fibra metálica en ambas boquillas.
- Realización de un paraguas de sostenimiento de micropilotes de redondo $D=90$ mm. en la bóveda del túnel a excavar de 20 metros de longitud.

Las condiciones de medición y abono serán las reflejadas en los artículos correspondientes a las siguientes unidades:

- m^2 malla electrosoldada de 15 x 15 cm. y 6 mm. de diámetro incluida en el artículo 2.3.2 del presente pliego.
- m^3 hormigón proyectado colocado en interior de túnel incluso materiales, fabricación y puesta en obra, incluida dentro del capítulo.
- m^3 hormigón tipo H-250 en revestimiento de túnel, incluso encofrado, utilización y movimiento de carro, p.p. de tapas y elementos de apeo, totalmente colocado.

2.2.4. AUSCULTACIÓN DEL TÚNEL

El método de construcción seleccionado implica un control riguroso de las deformaciones y tensiones tanto del sostenimiento como del macizo rocoso circundante. De la magnitud, evolución y tendencia de tales mediciones se pueden sacar conclusiones básicas sobre el comportamiento y estabilidad de las excavaciones, directamente aplicables al ritmo de avance de la obra, y al reforzamiento de secciones.

En el marco de las mediciones geomecánicas está previsto observar especialmente:

- Deformaciones del sostenimiento (medidas de convergencia y asientos en clave y hastiales).
- Deformaciones en el arco de la roca (medidas extensométricas).
- Tensiones en el sostenimiento (células de presión radial y tangencial).

El suministro y montaje de todos los dispositivos y equipos de medición corre a cargo del Contratista, la medición e interpretación estará a cargo del equipo de



supervisión que funcionará a las órdenes de la Dirección de Obra. El Contratista facilitará al máximo el trabajo del equipo de supervisión, que tendrá prioridad, previa comunicación escrita al Contratista del programa diario de mediciones.

2.2.4.1. MEDIDAS DE CONVERGENCIA Y ASIENTO

El intervalo normal de puntos de lectura será de 25 metros y uno cada cambio de litología y en boquillas. Las secciones estarán equipadas con 5 pernos de medición: 1 en clave, 2 en riñones y 2 en hastiales. Los pernos deberán colocarse antes de las 3 horas desde la colocación del hormigón proyectado y tendrán que ser protegidos durante las restantes fases de la obra para permitir la continuidad de las lecturas hasta la etapa del revestimiento. Salvo indicación en contra, la frecuencia de medición será de una cada 12 horas durante la fase de velocidad de deformación constante. En la fase de desaceleración, la frecuencia será cada 2 días durante la primera semana, cada 4 durante las dos semanas siguientes y cada 15 días durante el resto. En caso de aceleración se pasará de nuevo a una medida cada 2 días.

2.2.4.2. MEDIDAS EXTENSIOMETRICAS

Las medidas extensométricas permiten conocer las deformaciones del macizo rocoso alrededor de la excavación. En principio se ha previsto en las zonas de las boquillas y cada 25 m. Se ha previsto la colocación de dos extensómetros.

Los extensómetros serán de varillas, con terminal de lectura de acero inoxidable y tapa de protección. Los anclajes van sujetos a la roca por medio de lechada de cemento alrededor de la cabeza expansiva. La frecuencia de medidas será de una por día en la primera semana pasando posteriormente a una por semana.

2.2.4.3. CÉLULAS DE PRESIÓN

Se ha previsto la colocación de parejas de células de presión (radial y tangencial) situadas cada 25 m. Serán células de cuerda vibrante de presión total del diámetro adecuado para embutirse en el sostenimiento. La frecuencia de medición será de una por día en la primera semana, pasando posteriormente a una por semana.



2.2.4.4. MEDICIÓN Y ABONO

La instrucción se medirá y abonará por las siguientes unidades, realmente colocadas.

- Ud. extensómetro de hasta 6 metros, incluso perforación, anclajes intermedios e instalación, totalmente terminado.
- Ud. perno de convergencia o asiento, incluso perforación y colocación, totalmente terminado.
- Ud. célula de presión situada en el sostenimiento y/o revestimiento, incluso colocación y p.p de conductos, totalmente terminada.

El precio indicado incluye el suministro y montaje correcto de la instrumentación en el interior del túnel, en las condiciones descritas.

2.3. EXPLANACIONES

2.3.1. TRABAJOS PRELIMINARES

2.3.1.1. DESBROCE DEL TERRENO

La presente unidad de obra cumplirá las especificaciones establecidas en el Artículo 300.- *“Desbroce del terreno”* del PG-3, completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego.

- Definición

La ejecución del desbroce incluye la retirada de estacas de los cerramientos rurales y sus cimentaciones, así como del resto de los elementos que los constituyen (cables, mallas, etc.).

La eliminación de los árboles de perímetro inferior a 60 cm, los árboles de cualquier perímetro que no hayan sido contemplados de forma individualizada en el Proyecto o indicados por el D.O., así como los arbustos, plantas, maleza y otros elementos de similar naturaleza se medirán y abonarán de acuerdo a lo especificado en los Artículos C300/0601.- *“Desbroce del terreno”* o C320/0601.- *“Excavación de la explanación y préstamos”* del presente Pliego.



- **Ejecución de las obras**

Remoción de los materiales de desbroce

Deberá retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes hasta una profundidad mínima de 20 cm o la que indique el D.O.

Los pozos y agujeros resultantes de las operaciones de desbroce que queden dentro de la explanación se rellenarán con material del terreno y al menos con el mismo grado de compactación.

- **Medición y abono**

La presente unidad se medirá y abonará de acuerdo a los cuadros de precios del Proyecto por los metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre el terreno.

El precio no incluye la unidad de tala de árbol y extracción de tocón, en el caso de que sea de abono independiente. Tampoco incluye la retirada de señalización vertical, farolas y postes, así como la retirada de barreras de seguridad que, en su caso, sean de abono independiente.

- **Unidades que corresponde a este artículo**

El presente Artículo es de aplicación a la siguiente unidad de los cuadros de precios del Proyecto:

1.1.1 Despeje y desbroza del terreno

2.4. DRENAJES E IMPERMEABILIZACIÓN

2.4.1 DRENAJE

2.4.1.1 INTRODUCCIÓN

Para el drenaje de filtraciones en la sección de túnel se va a estudiar dos sistemas distintos:

a) Sistema de evacuación de filtraciones



b) Sistema de evacuación de vertidos

Sus características y cálculos se muestran a continuación.

2.4.1.2. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE FILTRACIONES

En el túnel se ha dispuesto un sistema de recogida y evacuación de agua de infiltración.

Este dispositivo tiene como finalidad:

- La evacuación de aguas que se capten en el túnel o fuera del mismo
- Independizar los caudales de filtraciones de los vertidos que puedan producirse en el mismo.

2.4.1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FUNCIONALES

La inexistencia de puntos de agua o afloramientos visibles en la zona por la que discurrirá el tramo en túnel, y dadas las características del sustrato rocoso afectado, no son de prever filtraciones de agua ni cargas hidrostáticas durante su ejecución.

Sin embargo y por mayor seguridad de la estructura se va a instalar un sistema de evacuación de filtraciones con las siguientes características:

- Drenes ranurados de PVC con un diámetro de 75mm y 2m de longitud.
- Pozos de registro con una separación entre ellos de 100m.

Los drenes de PVC se colocan a ambos hastiales del túnel para recoger las aguas de filtración del trasdós del revestimiento de los mismos.

Ambos drenes desaguan al sistema de evacuación de vertidos cada 100m de distancia máxima.

Las características del mismo se mostrarán más adelante.

Se sitúan pozos de registro a unas distancias máximas de 100 m en el sistema de evacuación de vertidos que además de ser el punto de desagüe de los drenes sirve para el mantenimiento e inspección de la tubería.



La disposición de los pozos de registro se ha coordinado con la disposición de desagüe de las tuberías de evacuación de filtraciones.

El tubo de drenaje se solidarizará al terreno mediante un mortero de cemento impermeable al agua y de fraguado rápido, que se aplicará en el paramento de la galería. Con este mismo mortero se aplicarán varias capas sobre el terreno en el que está colocado el dren a fin de conseguir su impermeabilización.

La densidad de colocación de drenes estará establecida por la Dirección de Obra.

- **Unidades que corresponden a este Artículo**

El presente Artículo es de aplicación a las siguientes unidades de los cuadros de precios del Proyecto:

- *“Dren hormigón poroso D=150 mm..”.*

- *“Lámina de impermeabilización vista”.*

2.4.1.4. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE VERTIDOS

Se ha dispuesto de un sistema de evacuación de vertidos cuya finalidad es : La recogida y rápida evacuación de los vertidos que se produzcan dentro del túnel.

La principal justificación para la implantación de un sistema separativo de recogida de vertidos en un túnel es el riesgo de que se produzca dentro del túnel un vertido de líquidos inflamados y la propagación del fuego a través de la red de drenaje, por las graves repercusiones que tendría tanto para las personas como para las instalaciones

- **Unidades que corresponden a este Artículo**

El presente Artículo es de aplicación a las siguientes unidades de los cuadros de precios del Proyecto:

- *“Caz prefabricado 60x60x50 cm.”.*

- *“Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, se”.*



- *“Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado.”.*
- *“Sumidero de hormigón en masa con rejilla de 40x30”.*

2.4.1.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FUNCIONALES

El sistema de recogida de vertidos está formado por un caz o zanja con abertura vertical situado en la línea del bordillo de la acera baja.

El caz es una pieza prefabricada de hormigón colocado a lo largo de la línea del bordillo que solo se interrumpe para permitir el desagüe de recogida de las aguas de filtraciones a los pozos de registro.

El dimensionamiento del colector con un diámetro de 1500 mm corresponde más a razones de mantenimiento que a razones de capacidad hidráulica pues los únicos vertidos que debe desaguar el colector son los correspondientes a un vertido accidental.

MATERIALES BÁSICOS

En los apartados siguientes se exponen las características de los materiales que se ha previsto utilizar en la realización del drenaje del túnel. Con independencia de lo expuesto a continuación, el Director de Obra podrá variar las características de los materiales a utilizar o introducir otros nuevos según lo aconseje el desarrollo de la obra.

El Contratista podrá proponer modificaciones de dichos materiales para estudio y aprobación, si procede, de la Dirección de Obra.

Tubos de PVC:

Conducto de policloruro de vinilo (PVC) que se emplea en colectores y otros tipos de usos. Se consideran los siguientes tipos de tubos de PVC:

- Tubos de PVC ranurados para drenaje.
- Tubos de PVC para conducciones eléctricas.

CARACTERÍSTICAS GENERALES



Las características físicas, mecánicas y químicas cumplirán el “*Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua*” de 1.974 o el “*Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones*” de 1.986, según sea su uso y, en todo caso, las siguientes:

- Tubos de PVC ranurados para drenaje:

PROPIEDADES	UNIDADES	VALOR	NORMA
MECÁNICAS			
Tensión de trabajo	MPa	10 (dn≤90 mm) 12,5 (dn≥110 mm)	UNE EN 1452
Resistencia al impacto	%TIR	≤10	UNE EN 744
Resistencia a la presión interna	°C/h	Sin fallo	UNE EN 921
FÍSICAS			
Temperatura de Reblandecimiento Vicat	°C	≥80	UNE EN 727
Retracción Longitudinal	%	≤5	UNE EN 743
Resistencia al diclorometano	-	Sin ataque	UNE EN 580
TÉRMICAS			
Coefficiente de dilatación térmica	m/m°C	8 10 ⁻⁵	UNE 53126
Conductividad térmica	kcal m/m ² h°C	0.13	UNE 92201 UNE 92202

PROPIEDADES	UNIDADES	VALOR	NORMA
ELÉCTRICAS			
Rigidez dieléctrica	KV/mm	35-30	UNE EN 60243-1
Resistividad transversal	Ω/cm	10 ¹⁵	
Constante dieléctrica	-	3.4	

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

- El transporte se efectuará con el mayor cuidado de modo que no se produzcan deformaciones en las piezas que alteren la forma prevista, ni se originen golpes ni rozaduras.
- Los tubos se deben apoyar por completo en la superficie de la plataforma del vehículo o sobre los listones de madera que forman el palet.
- Se debe evitar que los tubos rueden, reciban golpes o estén en contacto con elementos punzantes, para lo cual se sujetarán adecuadamente con cintas o eslingas.



- La altura de apilado de los tubos en obra (pirámide truncada) no sobrepasará 1,5 m.
- En épocas calurosas, los tubos se almacenarán en lugares sombreados o se cubrirán con láminas plásticas o lonas.
- La primera hilada de tubos deberá apoyarse sobre travesaños de madera con cuñas.

a) RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

La superficie no tendrá fisuras y será de color uniforme. Los extremos acabarán con un corte perpendicular al eje y sin rebabas, con el perfil correspondiente al tipo de unión.

Superarán los ensayos indicados en la normativa vigente según sea su uso.

Cada tubo tendrá marcados como mínimo cada 2 m de forma indeleble y bien visible los datos siguientes:

- Designación comercial
- Siglas PVC
- Diámetro nominal en mm

b) UNIÓN ENTRE TUBOS

Para el empalme de los tubos se emplearán las piezas, juntas y accesorios correspondientes al tipo de unión. Las juntas serán estancas debiendo cumplir los requisitos de ensayo en la normativa vigente.

Se utilizará la siguiente unión para tubos de PVC:

Unión por junta elástica. La copa llevará preformado un alojamiento para una junta elástica. Insertando el tubo en la copa se conseguirá la estanqueidad por compresión de la junta. Este sistema permitirá absorber las dilataciones producidas por cambios de temperatura. Las operaciones a seguir para un correcto montaje son las siguientes:



- Limpiar la suciedad del interior de la copa y la junta elástica.
- Aplicar lubricante en el interior de la copa, así como en la superficie de la goma para facilitar el deslizamiento de ambas.
- Enfrentar la copa y el extremo del tubo conjunta y empujar dicho extremo hasta introducirlo. En función del diámetro, el sistema de empuje puede ser manual, mediante tráctel o por medio del tubo suspendido. Este tipo de unión por junta elástica es apta para los tubos de presión, los de saneamiento, con y sin presión, y los tubos estructurados.
- Tolerancias en la unión entre tubos Sólo en los casos aprobados por el D.O., la desviación máxima admitida en cada unión será de 3º, en las mismas condiciones de estanqueidad.

c) MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de los tubos de PVC se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte. En acopios, los tubos de PVC se abonarán por metros (m) realmente acopiados.

II) TUBOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

Definición:

Conducto de hormigón elaborado en fábrica que se emplea en colectores y otros tipos de usos.

Se distinguen en el proyecto el siguiente tubo:

Tubos drenantes. Los tubos drenantes se emplean en zanjas drenantes para el drenaje de la plataforma.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características físicas, mecánicas y químicas de los tubos empleados en conducciones sin presión cumplirán lo indicado en la norma UNE 127.010 "*Tubos prefabricados de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero, para conducciones sin presión*".



MATERIALES

Hormigón

Los hormigones y sus componentes, además de lo recogido en el PG-3, cumplirán lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, 1.986, y la EHE, Instrucción de Hormigón Estructural.

La resistencia característica a compresión del hormigón no será inferior a 30 N/mm².

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

La manipulación de los tubos en fábrica y transporte a obra deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

Para el transporte los tubos se colocarán en el vehículo en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

El Contratista deberá someter a la aprobación del D.O. el procedimiento de descarga en obra y manipulación de los tubos. No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no queda dañada. Es conveniente la suspensión por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre si o contra el suelo.

Los tubos se descargarán a ser posible cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de tal forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de tubos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el



50% de las de prueba. Se recomienda siempre que sea posible descargar los tubos al borde de zanja, para evitar sucesivas manipulaciones, en el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía, se colocarán los tubos siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación y de tal forma que queden protegidos del tránsito, de los explosivos, etc.

Los tubos serán almacenados en lugares protegidos del sol y de las heladas. Se tomarán las precauciones necesarias para que no rueden por la superficie de almacenaje, asentándolos horizontalmente o verticalmente sobre superficies planas. Las tuberías y accesorios que hayan de ser instaladas en las zanjas se almacenarán a

una distancia de éstas, de forma que no resulten cargas inaceptables para la estabilidad de las paredes de las zanjas.

RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Las reparaciones y repasos serán admisibles, siempre que el producto final cumpla todos los requisitos exigidos por la norma UNE 127-010.

Cada pieza o albarán de entrega constarán de los datos siguientes:

- Identificación del producto
- Diámetro nominal
- Número de identificación de la serie o fecha de fabricación

UNIÓN ENTRE TUBOS

El dispositivo de unión entre tubos será del tipo enchufe/campana por compresión y deslizamiento, en el que la junta de estanqueidad podrá colocarse sobre un macho escalonado o sobre un macho acanalado, donde queda confinada. El sistema dispondrá de juntas deslizantes elásticas, que también podrán ser autolubricadas, diseñadas con secciones de contacto amplias para minimizar los problemas de comportamiento a largo plazo, y así garantizar la resistencia a la penetración de raíces y evitar tensiones excesivas en la unión entre tubos.

Tolerancias en la unión entre tubos



Sólo en los casos aprobados por el D.O., la desviación máxima admitida en cada unión será de 1.5º, en las mismas condiciones de estanqueidad.

MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de los tubos prefabricados de hormigón se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

En acopios, los tubos prefabricados de hormigón se abonarán por metros (m) realmente acopiados.

2.4.2.IMPERMEABILIZACIÓN

2.4.2.1. DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES.

La impermeabilización tiene por finalidad captar y conducir las filtraciones importantes hasta los conductos de drenaje, eliminar goteos difusos que deterioren los revestimientos y evitar la formación de agujas de hielo en los tramos próximos a los emboquilles. La impermeabilización prevista estará colocado entre el sostenimiento y el revestimiento. Terminará en los muretes de pie del sostenimiento definitivo.

La impermeabilización comprenderá dos fases diferenciadas:

- Impermeabilización primaria, consistente en la captación directa de filtraciones importantes, y su canalización hasta los conductos drenaje.
- Impermeabilización principal, destinada a la captación de filtraciones y goteos diseminados, mediante la colocación de láminas de polímeros termoplásticos, cubriendo la totalidad de la sección, conduciendo el agua a los drenes laterales.

2.4.2.2. CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN.

a) Impermeabilización primaria

Consiste en la colocación de canalizaciones que se colocarán preferentemente como prolongación de las ya existentes.

Sistemas aceptados serán:



- Canales de drenaje preformados, flexibles (tipo Aliva o similar)
- Medias cañas con sujeción mediante morteros de fraguado rápido
- Medias cañas con soporte mecánico
- Láminas de plástico rígido preformado

b) Impermeabilización principal

Consistirá en la colocación de láminas plásticas cubriendo la totalidad de la sección en aquellas zonas donde existe agua en forma de goteos generalizados y no sea posible o viable captarla por el procedimiento antes mencionado.

El recubrimiento realizado será doble, mediante lámina porosa de protección y captación de filtraciones, situada en contacto con el sostenimiento y la lámina de impermeabilización. Las láminas quedarán ocultas entre los sostenimientos provisionales y el revestimiento Definitivo.

Las láminas de impermeabilización, serán de tipo sintético, cloruro de polivinilo (P.V.C.) o polietileno, soldables por termofusión, de 1,5-2 mm de espesor con una densidad del orden de 2 kg/m². Las láminas de protección serán tipo geotextil poroso y permeable con granaje mínimo de 500 g/m².

Previamente a la colocación de las láminas, se examinará toda la sección a tratar eliminando todo elemento saliente susceptible de producir perforación. En las zonas de borde de las áreas impermeabilizadas, los clavos se situarán a una distancia de 50 cm, mientras que en el resto de la sección los clavos se

utilizarán con una densidad de 4 a 6 unidades por m² en la clave del túnel y de 2-4 en el resto.

El solapamiento entre láminas de alta densidad será de 10 cm, debiendo quedar soldada toda la superficie, si la soldadura es manual. En todo momento se evitará la formación de arrugas al soldar. Todo elemento o instalación previa que deba ser salvada y que implique el corte o perforación de la lámina, deberá ser convenientemente sellada, mediante parches termosoldados del mismo material.



Todos los tramos donde se instalen las láminas impermeabilizantes llevarán dren de trasdós construido sobre el murete de pie del revestimiento definitivo, con conexiones a los conductos de evacuación al dren principal, que se incorporarán y cruzarán esta estructura a distancias regulares de 25 m.

Unidades que corresponden a este Artículo

El presente Artículo es de aplicación a las siguientes unidades de los cuadros de precios del Proyecto:

- *“Precios de Membrana de espesor 1 mm de una lámina de polietileno de alta densidad.”.*
- *“Pozo de registro para alcantarillado de 1500 cm. de profundidad”.*

2.5. ORDENACIÓN ECOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA

2.5.1 TIERRA VEGETAL

Definición

Se define como tal, a la tierra procedente de la parte superficial de un terreno con alto contenido en materia orgánica colocada en formación de parterres y restitución de taludes en los emboquilles del túnel.

- Procedencia

La tierra vegetal puede proceder de:

Operaciones de la explanación de la propia obra. Debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a los dos metros. Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Préstamo o aportación. Será tierra no abonada con un alto contenido en materia orgánica, estará exenta de elementos extraños y de semillas de malas hierbas. No



tendrá más de un 20% de materiales pétreos de tamaño superior a 20 mm, y la medida de los terrones será:

- Tierra vegetal cribada ≤ 16 mm
- Tierra vegetal no cribada ≤ 40 mm

- **Condiciones de suministro y almacenaje**

El suministro de la tierra vegetal de préstamo o aportación se realizará en sacos o a granel. Cuando se realice en sacos figurarán los siguientes datos:

- Identificación del producto
- Nombre del fabricante o marca comercial
- Peso neto

El almacenaje se realizará de manera que no se alteren sus características.

- **Ejecución**

Si el suministro se realiza a granel, la tierra vegetal será transportada en camiones hasta el lugar donde haya de ser extendida. Una vez que la tierra ha sido llevada al lugar donde se va a emplear, se procederá a su extensión con el espesor definido en el Proyecto, y al desmenuzado y posterior rastrillado de los terrones para cumplir con lo especificado en el presente Pliego.

- **Medición y abono**

La presente unidad se medirá y abonará, de acuerdo a los cuadros de precios del Proyecto, por los metros cúbicos (m³) de tierra vegetal realmente colocada. El precio incluye la tierra vegetal, caso de que se trate de tierra de préstamo o aportación, la eliminación mediante rastrillado y desmenuzado de terrones, así como todas las operaciones y costes necesarios para la correcta ejecución de la unidad.

2.5.2. HIDROSIEMBRA

Definición



Se define como hidrosiembra a la aplicación de forma mecánica sobre un soporte adecuado, de la conveniente mezcla de semillas y fertilizantes al objeto de conseguir, una vez germinadas y desarrolladas, el manto de vegetación definido en cada caso. Se trata de una mezcla homogénea de agua y semillas, con otros aditivos compuestos por fertilizantes, mulches y estabilizantes químicos.

- **Tipos**

Se distinguen los siguientes tipos:

- Hidrosiembra arbustiva, compuesta por una mezcla semillas gramíneas, herbáceas, arbustivas y arbóreas, a base de 300 g de fibra, 100 g de turba negra, 30 g de estabilizador, 50 g de abono mineral y 30 g de semillas.
- Hidrosiembra herbácea, compuesta por una mezcla semillas gramíneas y herbáceas, a base de 300 g de fibra, 100 g de turba negra, 30 g de estabilizador, 50 g de abono mineral y 30 g de semillas.

- **Materiales**

Semillas

Las semillas son el albergue de las plantas en embrión. Almacenan el germen del progenitor o progenitores, protegido de diversas maneras contra el calor, el frío, la sequía y el agua hasta que se presenta una situación favorable para su desarrollo.

Las semillas procederán de casas comerciales acreditadas y serán del tamaño, aspecto y color de la especie botánica elegida. Para todas las partidas de semillas se exige el certificado de origen y la aprobación del D.O.

Las semillas no estarán contaminadas por hongos ni presentarán signos de haber sufrido alguna enfermedad micológica. Tampoco presentarán parasitismo de insectos.

Cada especie deberá ser suministrada en envases individuales, sellados o en sacos cosidos, identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla.

Fijadores



Productos que aplicados con la hidrosebradora forman una película homogénea, elástica y permeable sobre el terreno. Los fijadores son compuestos formados por polibutadienos, alginatos, derivados de celulosa, derivados de almidón, acetato de vinilo, polímeros sintéticos de base acrílica y otros.

Fertilizantes

Se aportará abono complejo de asimilación lenta.

Mulch de fibra corta

Se define por mulch toda cubierta superficial del suelo, orgánica o inorgánica con carácter protector. El empleo del mulch en la hidrosiembra tiene los efectos siguientes:

- Aumenta la disponibilidad de agua para las plantas al estimular su infiltración y reducirla evaporación de la humedad del suelo.
- Disminuye la escorrentía y la erosión.
- Favorece el establecimiento de la cubierta vegetal.

Se empleará mulch orgánico de fibra corta a base de paja, algodón y pulpa de celulosa.

Agua

El agua actúa como portador y acelerador del proceso de germinación de la semilla. La dosis de agua utilizada en la hidrosiembra es entre 2-5 litros /m².

Las aguas empleadas para la hidrosiembra y los riegos nunca serán salitrosas (su contenido en cloruros sódicos o magnésicos será siempre inferior al 1%).

- Ejecución

Previamente a la hidrosiembra, la composición de la mezcla de semillas y el tipo de abono mineral serán sometidos a la aprobación del D.O.



El método empleado para realizar la hidrosiembra garantizará la adecuada distribución y dosificación de la misma, procediéndose a distribuir nuevas cantidades de semilla si ésta hubiera sido insuficiente.

La hidrosiembra se realizará en la época vegetativa de la semilla. En cualquier caso queda prohibido expresamente realizar hidrosiembras en días de fuertes vientos, lluvias o heladas.

Durante el período de garantía de la obra, se realizarán los riegos y demás trabajos necesarios para mantener la hidrosiembra en perfectas condiciones de conservación, debiendo reponer la misma en aquellas zonas en las que hubiera fracasado.

- **Medición y abono**

La presente unidad se medirá y abonará, de acuerdo a los cuadros de precios del Proyecto, por los metros cuadrados (m²) de hidrosiembra realmente ejecutada. El precio incluye las semillas, fijadores, fertilizantes, mulch, y el agua, así como todas las operaciones y costes necesarios para la correcta ejecución de la unidad.

2.5.3. SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO

Definición

Se define como seguimiento arqueológico el control llevado a cabo por parte de un especialista homologado y su equipo, que será previamente aceptado por el D.O., durante la ejecución de unidades de obra que contemplen cualquier clase de excavación.

Esta persona será la encargada de asesorar al D.O. sobre aspectos relacionados con el análisis y recuperación de los posibles restos arqueológicos encontrados, además de redactar los informes pertinentes.

- **Ejecución**

La presencia del especialista en las obras será de al menos una visita semanal, o en su caso, las que indique el D.O.

El técnico será responsable de:



- Supervisar las labores de excavación, con el fin de analizar y recuperar posibles restos arqueológicos.
- Controlar la correcta ejecución de las labores de excavación para evitar que se dañen los posibles restos arqueológicos hallados.
- Elaboración de informes requeridos por el D.O.
- **Medición y abono**

La presente unidad se medirá y abonará, de acuerdo a los cuadros de precios del Proyecto, por los meses en los que realmente se haya realizado seguimiento arqueológico. El precio incluye el especialista homologado y su equipo, los informes que sea preciso realizar durante la ejecución de unidades de obra que contemplen cualquier clase de excavación, así como los medios auxiliares precisos para la realización del seguimiento arqueológico.

- **Unidad que corresponde a este artículo**

El presente Artículo es de aplicación a la siguiente unidad de los cuadros de precios del Proyecto:

- “Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras”

2.5.4. SEGUIMIENTO MEDIOAMBIENTAL

Definición

Se define como seguimiento medioambiental el control y asesoramiento llevado a cabo por parte de un especialista homologado y su equipo, que será previamente aceptado por el D.O., durante la ejecución de las obras.

Esta persona será la encargada de asesorar al D.O. sobre aspectos relacionados con la vegetación, así como la vigilancia sobre el entorno natural para comprobar que no se producen alteraciones no previstas, controlar que existe la necesaria coordinación temporal entre los trabajos de construcción y los de revegetación de superficies, además de redactar los informes pertinentes.

- **Ejecución**



La presencia del especialista en las obras será de al menos una visita semanal, o en su caso, las que indique el D.O.

El técnico será responsable de:

- Supervisar las labores de replanteo y desbroce.
- Seguimiento de la fauna que pueda verse afectada por el desarrollo de las obras.
- Control del seguimiento medioambiental conforme a las prácticas ambientales aprobadas.
- Comprobar que no se produzcan alteraciones no previstas en el entorno natural.
- Controlar la correcta ejecución de las labores de revegetación.
- Comprobar la buena marcha de las plantaciones previstas, para conseguir la integración estética de la obra.
- Controlar durante el período de garantía las plantaciones y revegetaciones realizadas.
- Elaboración de informes requeridos por el D.O.
- **Medición y abono**

La presente unidad se medirá y abonará, de acuerdo a los cuadros de precios del Proyecto, por los meses en los que realmente se haya realizado seguimiento medioambiental. El precio incluye el especialista homologado y su equipo, los informes que sea preciso realizar durante la ejecución de las obras, así como los medios auxiliares precisos para la realización del seguimiento medioambiental.

- **Unidades que corresponden a este Artículo**
- “Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra”
- “Rastrillado (escarificado), de tierra vegetal previo a la siembra”
- “Siembra a voleo, incluido semillado y primer riego”



- “Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra”
- “Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada”
- “Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóctonas”
- “Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras”
- “Técnico superior medioambientalista con todo su equipo”
- “Informe sobre el estado de la vegetación implantada”

2.6. VARIOS

2.6.1 PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas cumplirán lo establecido en el Artículo C106/0601.- “*Medición y Abono*” del presente Pliego.

Las partidas alzadas de abono íntegro constituyen formalmente una unidad de obra, por lo que se han incorporado a la justificación de precios (sin descomposición), a los Cuadros de Precios (en el 2 sin descomposición) y al presente PPTP. Las que son a justificar no constituyen unidad de obra. Las que se abonen de una forma diferente, establecida expresamente en este PPTP, tendrán el carácter correspondiente a supropia definición y forma de abono.

2.6.1.1 PARTIDA ALZADA DE ABONO ÍNTEGRO PARA LA LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La presente p.a. se destina al pago de las medidas a llevar a cabo al finalizar las obras, para su limpieza y terminación definitiva, según se recoge en el Apartado 10º de la Orden Ministerial de 31 de agosto de 1.987, “Sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de las obras fijas en vías fuera de poblado”, completadas o modificadas con las contenidas en este Artículo del presente Pliego, y con la que no se trata de suplir la correcta ejecución las unidades de obra, que quedan definidas en el presente Pliego. Será de aplicación el Artículo 154 del RGLCAP.



Las medidas a tomar para la ejecución de esta p.a. son las que se recogen a continuación, que se engloban en los grupos de actividades siguientes:

Acondicionamiento de taludes y márgenes

- Revisar el ataluzado en terraplenes, desmontes y en el revestimiento de los taludes con tierra vegetal, corrigiendo los defectos o cárcavas, en caso de producirse.
- Limpieza de los terrenos adyacentes a los bordes de la explanación de piedras, materiales caídos, restos de hormigón, ferralla, firme antiguo, anclajes de bionda antiguos no utilizados, latiguillos, berenjenos, etc.
- Desbroce mecánico y manual de la obra.

Drenaje

- Limpieza de cunetas y arquetas.
- Limpieza de los cauces naturales en los 50 m aguas arriba y aguas debajo del paso.
- Limpieza del interior de las obras de drenaje transversal, pasos inferiores, etc.
- Trasdosado de las boquillas de salida de las obras de drenaje.

Muros y estructuras

- Retirar restos de elementos utilizados para realizar pruebas de carga.
- Retirar puntas y otros restos de acero que alteren la uniformidad del paramento.
- Limpieza de la parte inferior de la estructura de piedras, materiales caídos, restos de hormigón, ferralla, latiguillos, berenjenos, etc.
- Limpieza del terreno situado bajo la estructura, reponiéndolo a su estado original.

Señalización



- Tapar las zapatas de carteles y señales para que no sea visible el hormigón.
- Retirar la señalización vertical y los carteles informativos de obra, incluidos los carteles institucionales del Gobierno de Cantabria.

Cerramientos

- Revisar y reparar, en su caso, todos los cerramientos.
- Limpieza de materiales, piedras y otros restos caídos a ambos lados de los cierres de fábrica, y comprobación y reparación, en su caso, de los llagueados de dichos cierres.
- En el caso de cierres de estacas y cables, comprobar y realizar, en su caso, el tesado de los cables, y tapar las zapatas de los postes para que no sea visible el hormigón.

Medición y abono

Por tratarse de una partida alzada de abono íntegro, constituye formalmente una unidad de obra, por lo que se ha incorporado a la justificación de precios (sin descomposición), a los Cuadros de Precios (en el 2 sin descomposición) y al presente PPTP.

La presente partida alzada, de acuerdo al Artículo 154 del RGLCAP, se abonará al contratista en su totalidad, una vez concluidos a satisfacción del D.O. los trabajos u obras a que se refiere.

Unidad que corresponde a este Artículo

El presente Artículo es de aplicación a la siguiente unidad de los cuadros de precios del Proyecto:

- “Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de las obras”.
- “Partida alzada de abono íntegro para tala”
- “Partida alzada a justificar, p/seguimiento geotécnico”



**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621
ENTRE EL PK147 Y EL PK150**





DOCUMENTO IV PRESUPUESTO



ÍNDICE

1. MEDICIONES	3
2. CUADRO DE PRECIOS 1	9
3. CUADRO DE PRECIOS 2	13
4. PRESUPUESTO	18
5. RESUMEN DE PRESUPUESTO	24



1. MEDICIONES

RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO 1 Excavación

SUBCAPÍTULO 1.1 Trabajos previos

m² Despeje y desbroza del terreno

m². Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos incluido carga y transporte de productos a vertedero.

1	3.250,00	3.250,00
---	----------	----------

3.250,00

SUBCAPÍTULO 1.2 Excavación de túnel

m³ Excavación del túnel en avance con rozadora

Excavación del túnel en avance con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación

1	640,000	44,500	28.480,000
---	---------	--------	------------

28.480,00

m³ Excavación del túnel en destroza con rozadora

Excavación del túnel en destroza, con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación

1	640,000	43,000	27.520,000
---	---------	--------	------------

27.520,00

SUBCAPÍTULO 1.3 Excavación emboquilles

m³ Excavación en zanjas

Excavación en zanjas

1	46.204,250	46.204,250
---	------------	------------

46.204,25

m² Acabado y refino de taludes

5264	5.264,00
------	----------

5.264,00

CAPÍTULO 2 Sostenimiento

SUBCAPÍTULO 2.1 Sostenimiento ST-1

m² Hormigón e=10 cm. Sostenimiento

Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Túnel	1	468,500	23,500	11.009,750
-------	---	---------	--------	------------

11.009,75

m² Hormigón e=5 cm. Sellado túnel

Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Túnel	1	468,500	23,500	11.009,750
-------	---	---------	--------	------------

11.009,75

m² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm

Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado, incluso solapes y recortes.

Túnel Sección I	1	468,500	23,500	11.009,750
-----------------	---	---------	--------	------------

11.009,75

ud Búlon Swellex D=25 mm L=3.5 m

Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel, incluso perforación, placa de fijación y tuerca, p.p. de materiales, medios y equipos auxiliares; totalmente colocado



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Túnel Sección I	1	468,500	17,000	7.964,500
				7.964,50

SUBCAPÍTULO 2.2 Sostenimiento ST-2

m² Hormigón e=10 cm. Sostenimiento

Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Túnel	1	171,500	23,500	4.030,250
				4.030,25

m² Hormigón e=5 cm. Sellado túnel

Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Túnel	1	171,500	23,500	4.030,250
				4.030,25

m² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm

Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado, incluso solapes y recortes.

Túnel Sección I	1	171,500	23,500	4.030,250
				4.030,25

ud Búlon Swellex D=25 mm L=3.5 m

Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel, incluso perforación, placa de fijación y tuerca, p.p de materiales, medios y equipos auxiliares, totalmente colocado

Túnel Sección II	1	171,500	23,000	3.944,500
				3.944,50

ud Cercha metálica perfil TH-21

Cercha metálica de TH-21, incluso solapes, grapas de unión y tresillones con sus elementos de fijación.

115	115,000
<hr/>	
	115,00

SUBCAPÍTULO 2.3 Solera

m³ HORM. HM-20 ALZADOS Y SOLERAS

m³. Hormigón HM-20/P/40 IIA en alzados y soleras vibrado y colocado.

1	640,00	9,00	0,25	1.440,00
				1.440,00

CAPÍTULO 3 Emboquilles

m Viga atado paraguas de protección

Viga de atado de paraguas de protección de emboquilles, de 30x30 cm, de hormigón HA-25, incluso encofrado y armadura, totalmente terminada.

1	29,000	29,000
1	29,000	29,000
		58,00

m² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm

Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado, incluso solapes y recortes.

Emboquille norte	1	55,000	15,000	825,000
Emboquille sur	1	32,000	15,000	480,000
				1.305,00

m³ Hormigón HM-30 proyectado en capa de 5 cm de espesor

Emboquille norte	1	55,00	15,00	825,00
Emboquille sur	1	32,00	15,00	480,00
				1.305,00

m Paraguas de micropilotes



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Micropilote de acero de 89 mm de diámetro exterior y 7 mm de pared, colocado, en presostenimiento de emboquille de túnel, según dimensiones especificadas en planos, totalmente colocado.

40 10,00 400,00

400,00



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

CAPÍTULO 4 Revestimiento

m3 Hormigón HA-25 revestimiento túnel

M³ Hormigón de revestimiento de túnel con hormigón HA-25/P/40/IIA, vibrado y colocado.

1	640,00	0,15	23,50	2.256,00
---	--------	------	-------	----------

2.256,00

m2 Encofrado curvo

m². Encofrado curvo en paramentos incluso suministro, colocación y desencofrado.

1	640,00	23,50	15.040,00
---	--------	-------	-----------

15.040,00

CAPÍTULO 5 Drenaje

M2 Dren base de desmonte

M2. Sistema de drenaje en bases de desmontes y terraplenes mediante la colocación del geocompuesto de drenaje CETCODRAIN DOBLE con una resistencia al aplastamiento de 1250 kPa (ASTM D 1621) y una capacidad drenante (ISO 12958) de 1,16 l/m.s a 20 kPa (i=1) y de 0,74 l/m.s a 200 kPa (i=1) formado por una georredrenante de 5 mm de espesor de polietileno de alta densidad con dos geotextil no tejido de Polipropileno de 120 g/m2 termofijado a ambas caras, sobre superficie regularizada horizontal o casi horizontal. Se incluye la ejecución de los solapes entre rollos, las fijaciones y otros elementos necesarios para su correcta puesta en obra. No se incluye el tubo de drenajeranurado.

1	320,00	320,00
---	--------	--------

320,00

m Dren hormigón poroso D=150 mm.

Tubería de hormigón poroso de diámetro 150 mm.en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.

1	640,000	640,000
---	---------	---------

640,00

m Dren circular PVC D=75 mm

Tubería corrugada de PVC circular, ranurada, de diámetro 75 mm.en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.

1	640,000	640,000
---	---------	---------

640,00

ud Caz prefabricado 60x60x50 cm.

Caz prefabricado de 30x13x50 cm. con capa extrafuerte con una huella en ángulo de 5 cm., de flecha máxima, medida la longitud colocada.

15	15,000
----	--------

15,00

ud Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, se

Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, según planos, con rejilla de fundición clase C-250.

10	10,000
----	--------

10,00

ud Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado

Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado.

7	7,000
---	-------

7,00



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

CAPÍTULO 6 Auscultación

ud Célula de presión instalada y con aparatos de medida

Célula de presión instalada y con aparatos de medida

6 6,000

6,00

ud Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato

Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato de medida y sistema de adquisición de datos

4 4,000

4,00

ud Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida

Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida

16 16,000

16,00

CAPÍTULO 7 Iluminación e Instalación eléctrica

m Cable b.t. RV-AI 0,6/1 kV 4x120 AI

1 1.800,00 1.800,00

1.800,00

ud Lámpara fluorescente

Precios de Proyector con una lámpara fluorescente de designación TC-D y portalámparas G24 d3, de 26 W de potencia, alimentación a 230 V y funcionamiento a 230 V, con cuerpo de aluminio estruendo de sección triangular, tapas laterales de material sintético y frontal rectangular, con lira de soporte, con reflector rectangular y sin cabezal, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado bifásico no empotrado totalmente colocada

50 50,000

50,00

ud Lámpara halógena

Precios de Proyector con 1 lámpara halógena de designación QR 111 y portalámparas G53, para una potencia de hasta 100 W, con transformador integrado a la peana de montaje, alimentación a 230 V y funcionamiento a 12 V, con cuerpo de aluminio inyectado de forma cilíndrica y lira de soporte de aluminio inyectado, sin reflector y con cabezal circular de soporte de accesorios independiente, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado trifásico no empotrado totalmente colocada

5 5,000

5,00

u Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación

Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación e instalación eléctrica necesaria

1 1,000

1,00

PA Partida alzada a justificar del resto de instalaciones

Partida alzada a justificar del resto de instalaciones

1 1,000

1,00

u Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10

Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10m

63 63,000

63,00

CAPÍTULO 8 Ordenación ecológica y paisajística

m³ Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra

Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra.

3750 3.750,000

3.750,00

m² Rastrillado (escarificado), de tierra vegetal previo a la siembra

Rastrillado (escarificado), en sentido longitudinal a la traza, de tierra vegetal previo a la siembra o hiodrosiembra.

2800 2.800,000



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

		2.800,00
m² Siembra a voleo, incluido semilladp y primer riego		
Siembra a voleo, incluido semilladp y primer riego.		
2800	2.800,000	
		2.800,00
m² Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.		
Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.		
		3.750,00
PA Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóct		
Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóctonas		
		1,00
ud Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las		
Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras, consistente en el control de las mismas durante la fase de movimiento de tierras, incluido informe.		
		1,00
ud Técnico superior medioambientalista con todo su equipo		
Técnico superior medioambientalista con todo su equipo, en fase de obras y período de garantía, para el control y seguimiento de la fauna y de los aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.		
		1,00
ud Informe sobre el estado de la vegetación implantad		
Informe sobre el estado de la vegetación implantada en el proyecto de recuperación ambiental antes del acta de recepción de la obra.		
		1,00
CAPÍTULO 9 Seguridad y salud		
ud Estudio de seguridad y salud		
Estudio de seguridad y salud	1	1,000
		1,00
CAPÍTULO 10 Varios		
PA Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de l		
Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de las obras, en cumplimiento de la Orden Circular 15/2003 "Sobre Señalización de los Tramos Afectados por la Puesta en Servicio de las Obras -Remates de Obras-".		
		1,00
PA Partida alzada de abono íntegro para tala		
Partida alzada de abono íntegro para la tala de árboles, incluso extracción de tocón y traslado a vertedero o lugar de empleo.		
		1,00
PA Partida alzada a justificar, p/seguimiento geotecnico		
Partida alzada a justificar, para seguimiento geotecnico de la obra		
		1,00



2. CUADRO DE PRECIOS 1

UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 1 Excavación		
SUBCAPÍTULO 1.1 Trabajos previos		
m2	Despeje y desbroza del terreno	0,46
M2. Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos incluido carga y transporte de productos a vertedero.		
		CERO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 1.2 Excavacion de túnel		
m³	Excavación del túnel en avance con rozadora	33,47
Excavación del túnel en avance con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación		
		TREINTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
m³	Excavación del túnel en destroza con rozadora	26,69
Excavación del túnel en destroza, con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación		
		VEINTISEIS EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 1.3 Excavación emboquilles		
m3	Excavación en zanjas	5,52
Excavación en zanjas		
		CINCO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
m2	Acabado y refino de taludes	1,11
		UN EUROS con ONCE CÉNTIMOS
CAPÍTULO 2 Sostenimiento		
SUBCAPÍTULO 2.1 Sostenimiento ST-1		
m²	Hormigón e=10 cm. Sostenimiento	20,34
Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel		
		VEINTE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
m²	Hormigón e=5 cm. Sellado túnel	9,83
Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel		
		NUEVE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
m²	Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm	3,48
Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado, incluso solapes y recortes.		
		TRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
ud	Búlón Swellex D=25 mm L=3.5 m	81,02
Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel, incluso perforación, placa de fijación y tuerca, p.p de materiales, medios y equipos auxiliares; totalmente colocado		
		OCHENTA Y UN EUROS con DOS CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 2.2 Sostenimiento ST-2		
m²	Hormigón e=10 cm. Sostenimiento	20,34
Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel		
		VEINTE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
m²	Hormigón e=5 cm. Sellado túnel	9,83
Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel		
		NUEVE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
m²	Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm	3,48
Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado, incluso solapes y recortes.		
		TRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
ud	Búlón Swellex D=25 mm L=3.5 m	81,02
Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel, incluso perforación, placa de fijación y tuerca, p.p de materiales, medios y equipos auxiliares; totalmente colocado		



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

		OCHENTA Y UN EUROS con DOS CÉNTIMOS	437,75
ud	Cercha metálica perfil TH-21 Cercha metálica de TH-21, incluso solapes,grapas de unión y tresillones con sus elementos de fijación.		
		CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 2.3 Solera			
M3	HORM. HM-20 ALZADOS Y SOLERAS		84,53
M3. Hormigón HM-20/P/40 IIA en alzados y soleras vibrado y colocado.		OCHENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	
CAPÍTULO 3 Emboquilles			
m	Viga atado paraguas de protección Viga de atado de paraguas de protección de emboquilles, de 30x30 cm, de hormigón HA-25,in- cluso encofrado y armadura, totalmente terminada.		31,08
		TREINTA Y UN EUROS con OCHO CÉNTIMOS	
m2	Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado , incluso solapes y recortes.		3,48
		TRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
m3	Hormigón HM-30 proyectado en capa de 5 cm de espesor		20,34
		VEINTE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
m	Paraguas de micropilotes Micropilote de acero de 89 mm de diámetro exterior y 7 mm de pared, colocado, en presosteni- miento de emboquille de túnel, según dimensiones especificadas en planos, totalmente colocado.		96,97
		NOVENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
CAPÍTULO 4 Revestimiento			
m3	Hormigón HA-25 revestimiento túnel M3. Hormigón de revestimiento de túnel con hormigón HA-25/P/40/IIA, vibrado y colocado.		83,24
		OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
m2	Encofrado curvo M2. Encofrado curvo en paramentos incluso suministro, colocación y desencofrado.		23,97
		VEINTITRES EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
CAPÍTULO 5 Drenaje			
M2	Dren base de desmonte M2. Sistema de drenaje en bases de desmontes y terraplenes mediante la colocación del geo- compuesto de drenaje CETCODRAIN DOBLE con una resistencia al aplastamiento de 1250 kPa (ASTM D 1621) y una capacidad drenante (ISO 12958) de 1,16 l/m.s a 20 kPa (i=1) y de 0,74 l/m.s a 200 kPa (i=1) formado por una georredrenante de 5 mm de espesor de polietileno de alta densidad con dos geotextil no tejido de Polipropileno de 120 g/m2 termofijado a ambas caras, sobre superficie regularizada horizontal o casi horizontal. Se incluye la ejecución de los solapes entre rollos, las fijaciones y otros elementos necesarios para su correcta puesta en obra. No se incluye el tubo de drenaje ranurado.		7,27
		SIETE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
m	Dren hormigón poroso D=150 mm. Tubería de hormigón poroso de diámetro 150 mm.en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.		8,02
		OCHO EUROS con DOS CÉNTIMOS	
m	Dren circular PVC D=75 mm Tubería corrugada de PVC circular, ranurada, de diámetro 75 mm.en drenaje longitudinal, inclu- so preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.		2,89
		DOS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
ud	Caz prefabricado 60x60x50 cm. Caz prefabricado de 30x13x50 cm. con capa extrafuerte con una huella en ángulo de 5 cm., de flecha máxima, medida la longitud colocada.		49,60
		CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
ud	Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, se Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, según planos, con rejilla de fundición clase C-250.		477,04
		CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	
ud	Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado.		684,32
		SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
CAPÍTULO 6 Auscultación			
ud	Célula de presión instalada y con aparatos de medida		2.022,59



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Célula de presión instalada y con aparatos de medida

DOS MIL VEINTIDOS EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

ud Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato

2.673,26

Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato de medida y sistema de adquisición de datos

DOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

ud Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida

53,28

Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida

CINCUENTA Y TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 7 Iluminación e Instalación eléctrica

m Cable b.t. RV-AI 0,6/1 kV 4x120 AI

7,86

SIETE EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

ud Lámpara fluorescente

354,71

Precios de Proyector con una lámpara fluorescente de designación TC-D y portalámparas G24 d3, de 26 W de potencia, alimentación a 230 V y funcionamiento a 230 V, con cuerpo de aluminio estruido de sección triangular, tapas laterales de material sintético y frontal rectangular, con lira de soporte, con reflector rectangular y sin cabezal, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado bifásico no empotrado totalmente colocada

TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

ud Lámpara halógena

414,45

Precios de Proyector con 1 lámpara halógena de designación QR 111 y portalámparas G53, para una potencia de hasta 100 W, con transformador integrado a la peana de montaje, alimentación a 230 V y funcionamiento a 12 V, con cuerpo de aluminio inyectado de forma cilíndrica y lira de soporte de aluminio inyectado, sin reflector y con cabezal circular de soporte de accesorios independiente, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado trifásico no empotrado totalmente colocada

CUATROCIENTOS CATORCE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

u Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación

11.110,00

Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación e instalación eléctrica necesaria

ONCE MIL CIENTO DIEZ EUROS

PA Partida alzada a justificar del resto de instalaciones

10.000,00

Partida alzada a justificar del resto de instalaciones

DIEZ MIL EUROS

u Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10

21,96

Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10m

VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 8 Ordenación ecológica y paisajística

m³ Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra

1,06

Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra.

UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS

m² Rastrillado (escarificado), de tierra vegetal previo a la siembra

0,14

Rastrillado (escarificado), en sentido longitudinal a la traza, de tierra vegetal previo a la siembra o hidrosiembra.

CERO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

m² Siembra a voleo, incluido semillado y primer riego

0,10

Siembra a voleo, incluido semillado y primer riego.

CERO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

m² Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.

1,11

Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.

UN EUROS con ONCE CÉNTIMOS

PA Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóct.

500,00

Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóctonas

QUINIENTOS EUROS

ud Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las

3.000,00

Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras, consistente en el control de las mismas durante la fase de movimiento de tierras, incluido informe.

TRES MIL EUROS

ud Técnico superior medioambientalista con todo su equipo

1.500,00

Técnico superior medioambientalista con todo su equipo, en fase de obras y período de garantía, para el control y seguimiento de la fauna y de los aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.

MIL QUINIENTOS EUROS

ud Informe sobre el estado de la vegetación implantada

1.500,00



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Informe sobre el estado de la vegetación implantada en el proyecto de recuperación ambiental antes del acta de recepción de la obra.

MIL QUINIENTOS EUROS

CAPÍTULO 9 Seguridad y salud

ud Estudio de seguridad y salud

38.315,34

Estudio de seguridad y salud

TREINTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS QUINCE EUROS
con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 10 Varios

PA Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de l

30.000,00

Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de las obras, en cumplimiento de la Orden Circular 15/2003 "Sobre Señalización de los Tramos Afectados por la Puesta en Servicio de las Obras -Remates de Obras-".

TREINTA MIL EUROS

PA Partida alzada de abono íntegro para tala

10.000,00

Partida alzada de abono íntegro para la tala de árboles, incluso extracción de tocón y traslado a vertedero o lugar de empleo.

DIEZ MIL EUROS

PA Partida alzada a justificar, p/seguimiento geotecnico

30.000,00

Partida alzada a justificar, para seguimiento geotecnico de la obra

TREINTA MIL EUROS



PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621
ENTRE EL PK147 Y EL PK150



3. CUADRO DE PRECIOS 2

UD RESUMEN

PRECIO

CAPÍTULO 1 Excavación

SUBCAPÍTULO 1.1 Trabajos previos

m2 Despeje y desbroza del terreno

M2. Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos incluido carga y transporte de productos a vertedero.

Maquinaria 0,43
Resto de obra y materiales 0,03

TOTAL PARTIDA..... 0,46

SUBCAPÍTULO 1.2 Excavacion de túnel

m³ Excavación del túnel en avance con rozadora

Excavación del túnel en avance con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación

Mano de obra 3,29
Maquinaria 27,46
Resto de obra y materiales 2,72

TOTAL PARTIDA..... 33,47

m³ Excavación del túnel en destroza con rozadora

Excavación del túnel en destroza, con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación

Mano de obra 3,29
Maquinaria 21,07
Resto de obra y materiales 2,33

TOTAL PARTIDA..... 26,69

SUBCAPÍTULO 1.3 Excavación emboquilles

m3 Excavación en zanjas

Excavación en zanjas

Mano de obra 1,24
Maquinaria 3,52
Resto de obra y materiales 0,76

TOTAL PARTIDA..... 5,52

m2 Acabado y refino de taludes

Maquinaria 0,81
Resto de obra y materiales 0,30

TOTAL PARTIDA..... 1,11

CAPÍTULO 2 Sostenimiento

SUBCAPÍTULO 2.1 Sostenimiento ST-1

m² Hormigón e=10 cm. Sostenimiento

Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Mano de obra 2,93
Maquinaria 2,87
Resto de obra y materiales 14,54

TOTAL PARTIDA..... 20,34

m² Hormigón e=5 cm. Sellado túnel

Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Mano de obra 1,29
Maquinaria 1,91
Resto de obra y materiales 6,63



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

	TOTAL PARTIDA.....	9,83
m ² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm		
Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado , incluso solapes y recortes.		
Mano de obra		0,58
Resto de obra y materiales		2,90
	TOTAL PARTIDA.....	3,48
ud BúlonSwellex D=25 mm L=3.5 m		
Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel,inclusoperforación,placa de fijación y tuerca, p,p de materiales, medios y equipos auxiliares;totalmente colocado		
Mano de obra		21,02
Maquinaria		35,26
Resto de obra y materiales		24,74
	TOTAL PARTIDA.....	81,02
SUBCAPÍTULO 2.2 Sostenimiento ST-2		
m ² Hormigón e=10 cm. Sostenimiento		
Hormigón proyectado de 25 N/mm2 ,de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel		
Mano de obra		2,93
Maquinaria		2,87
Resto de obra y materiales		14,54
	TOTAL PARTIDA.....	20,34
m ² Hormigón e=5 cm. Sellado túnel		
Hormigón proyectado de 25 N/mm2 ,de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel		
Mano de obra		1,29
Maquinaria		1,91
Resto de obra y materiales		6,63
	TOTAL PARTIDA.....	9,83
m ² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm		
Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado , incluso solapes y recortes.		
Mano de obra		0,58
Resto de obra y materiales		2,90
	TOTAL PARTIDA.....	3,48
ud BúlonSwellex D=25 mm L=3.5 m		
Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel,inclusoperforación,placa de fijación y tuerca, p,p de materiales, medios y equipos auxiliares;totalmente colocado		
Mano de obra		21,02
Maquinaria		35,26
Resto de obra y materiales		24,74
	TOTAL PARTIDA.....	81,02
ud Cercha metálica perfil TH-21		
Cercha metálica de TH-21, incluso solapes,grapas de unión y tresillones con sus elementos de fijación.		
Mano de obra		2,10
Maquinaria		0,29
Resto de obra y materiales		435,36
	TOTAL PARTIDA.....	437,75
SUBCAPÍTULO 2.3 Solera		
M3 HORM. HM-20 ALZADOS Y SOLERAS		
M3. Hormigón HM-20/P/40 IIA en alzados y soleras vibrado y colocado.		
Mano de obra		4,96
Maquinaria		0,25
Resto de obra y materiales		79,32
	TOTAL PARTIDA.....	84,53

**CAPÍTULO 3 Emboquilles****m Viga atado paraguas de protección**

Viga de atado de paraguas de protección de emboquilles, de 30x30 cm, de hormigón HA-25, incluso encofrado y armadura, totalmente terminada.

Mano de obra	0,98
Maquinaria	2,51
Resto de obra y materiales	27,59

TOTAL PARTIDA..... 31,08

m2 Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm

Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado, incluso solapes y recortes.

Mano de obra	0,58
Resto de obra y materiales	2,90

TOTAL PARTIDA..... 3,48

m3 Hormigón HM-30 proyectado en capa de 5 cm de espesor

Mano de obra	2,93
Maquinaria	2,87
Resto de obra y materiales	14,54

TOTAL PARTIDA..... 20,34

m Paraguas de micropilotes

Micropilote de acero de 89 mm de diámetro exterior y 7 mm de pared, colocado, en presostenimiento de emboquille de túnel, según dimensiones especificadas en planos, totalmente colocado.

Mano de obra	2,31
Maquinaria	5,14
Resto de obra y materiales	89,52

TOTAL PARTIDA..... 96,97

CAPÍTULO 4 Revestimiento**m3 Hormigón HA-25 revestimiento túnel**

M3. Hormigón de revestimiento de túnel con hormigón HA-25/P/40/IIA, vibrado y colocado.

TOTAL PARTIDA..... 83,24

m2 Encofrado curvo

M2. Encofrado curvo en paramentos incluso suministro, colocación y desencofrado.

TOTAL PARTIDA..... 23,97

CAPÍTULO 5 Drenaje**M2 Dren base de desmonte**

M2. Sistema de drenaje en bases de desmontes y terraplenes mediante la colocación del geocompuesto de drenaje CETCODRAIN DOBLE con una resistencia al aplastamiento de 1250 kPa (ASTM D 1621) y una capacidad drenante (ISO 12958) de 1,16 l/m.s a 20 kPa ($i=1$) y de 0,74 l/m.s a 200 kPa ($i=1$) formado por una georredrenante de 5 mm de espesor de polietileno de alta densidad con dos geotextil no tejido de Polipropileno de 120 g/m2 termofijado a ambas caras, sobre superficie regularizada horizontal o casi horizontal. Se incluye la ejecución de los solapes entre rollos, las fijaciones y otros elementos necesarios para su correcta puesta en obra. No se incluye el tubo de drenaje ranurado.

Mano de obra	0,90
Resto de obra y materiales	6,37

TOTAL PARTIDA..... 7,27

m Dren hormigón poroso D=150 mm.

Tubería de hormigón poroso de diámetro 150 mm. en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.

Mano de obra	1,25
Maquinaria	0,24
Resto de obra y materiales	6,53

TOTAL PARTIDA..... 8,02

m Dren circular PVC D=75 mm

Tubería corrugada de PVC circular, ranurada, de diámetro 75 mm. en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.

Mano de obra	0,99
Maquinaria	0,19
Resto de obra y materiales	1,71



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

		TOTAL PARTIDA.....	2,89
ud	Caz prefabricado 60x60x50 cm. Caz prefabricado de 30x13x50 cm. con capa extrafuerte con una huella en ángulo de 5 cm., de flecha máxima, medida la longitud colocada.		
		Mano de obra	5,65
		Resto de obra y materiales	43,95
		TOTAL PARTIDA.....	49,60
ud	Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, se Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, según planos, con rejilla de fundición clase C-250.		
		Mano de obra	10,35
		Resto de obra y materiales	466,69
		TOTAL PARTIDA.....	477,04
ud	Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado.		
		Mano de obra	2,04
		Resto de obra y materiales	682,28
		TOTAL PARTIDA.....	684,32
CAPÍTULO 6 Auscultación			
ud	Célula de presión instalada y con aparatos de medida Célula de presión instalada y con aparatos de medida		
		TOTAL PARTIDA.....	2.022,59
ud	Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato de medida y sistema de adquisición de datos		
		TOTAL PARTIDA.....	2.673,26
ud	Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida		
		TOTAL PARTIDA.....	53,28
CAPÍTULO 7 Iluminación e Instalación eléctrica			
m	Cable b.t. RV-AI 0,6/1 kV 4x120 AI		
		TOTAL PARTIDA.....	7,86
ud	Lámpara fluorescente Precios de Proyector con una lámpara fluorescente de designación TC-D y portalámparas G24 d3, de 26 W de potencia, alimentación a 230 V y funcionamiento a 230 V, con cuerpo de aluminio estruido de sección triangular, tapas laterales de material sintético y frontal rectangular, con lira de soporte, con reflector rectangular y sin cabezal, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado bifásico no empotrado totalmente colocada		
		TOTAL PARTIDA.....	354,71
ud	Lámpara halógena Precios de Proyector con 1 lámpara halógena de designación QR 111 y portalámparas G53, para una potencia de hasta 100 W, con transformador integrado a la peana de montaje, alimentación a 230 V y funcionamiento a 12 V, con cuerpo de aluminio inyectado de forma cilíndrica y lira de soporte de aluminio inyectado, sin reflector y con cabezal circular de soporte de accesorios independiente, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado trifásico no empotrado totalmente colocada		
		TOTAL PARTIDA.....	414,45
u	Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación e instalación eléctrica necesaria		
		TOTAL PARTIDA.....	11.110,00
PA	Partida alzada a justificar del resto de instalaciones Partida alzada a justificar del resto de instalaciones		
		TOTAL PARTIDA.....	10.000,00
u	Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10 Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10m		
		TOTAL PARTIDA.....	21,96
CAPÍTULO 8 Ordenación ecológica y paisajística			
m³	Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra.		
		TOTAL PARTIDA.....	1,06
m²	Rastrillado (escarificado), de tierra vegetal previo a la siembra Rastrillado (escarificado), en sentido longitudinal a la traza, de tierra vegetal previo a la siembra o hidrosiembra.		
		Mano de obra	0,13
		Resto de obra y materiales	0,01



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

	TOTAL PARTIDA.....	0,14
m ² Siembra a voleo, incluido semillado y primer riego		
Siembra a voleo, incluido semillado y primer riego.	Resto de obra y materiales	0,10
	TOTAL PARTIDA.....	0,10
m ² Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.		
Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.	TOTAL PARTIDA.....	1,11
PA Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóct		
Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóctonas	TOTAL PARTIDA.....	500,00
ud Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las		
Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras, consistente en el control de las mismas durante la fase de movimiento de tierras, incluido informe.	TOTAL PARTIDA.....	3.000,00
ud Técnico superior medioambientalista con todo su equipo		
Técnico superior medioambientalista con todo su equipo, en fase de obras y período de garantía, para el control y seguimiento de la fauna y de los aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.	TOTAL PARTIDA.....	1.500,00
ud Informe sobre el estado de la vegetación implantada		
Informe sobre el estado de la vegetación implantada en el proyecto de recuperación ambiental antes del acta de recepción de la obra.	TOTAL PARTIDA.....	1.500,00
CAPÍTULO 9 Seguridad y salud		
ud Estudio de seguridad y salud		
Estudio de seguridad y salud	TOTAL PARTIDA.....	38.315,34
CAPÍTULO 10 Varios		
PA Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de l		
Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de las obras, en cumplimiento de la Orden Circular 15/2003 "Sobre Señalización de los Tramos Afectados por la Puesta en Servicio de las Obras -Remates de Obras-".	TOTAL PARTIDA.....	30.000,00
PA Partida alzada de abono íntegro para tala		
Partida alzada de abono íntegro para la tala de árboles, incluso extracción de tocón y traslado a vertedero o lugar de empleo.	TOTAL PARTIDA.....	10.000,00
PA Partida alzada a justificar, p/seguimiento geotecnico		
Partida alzada a justificar, para seguimiento geotecnico de la obra	TOTAL PARTIDA.....	30.000,00



**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621
ENTRE EL PK147 Y EL PK150**



4. PRESUPUESTO

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 Excavación								
SUBCAPÍTULO 1.1 Trabajos previos								
m2 Despeje y desbroza del terreno								
M2. Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos incluido carga y transporte de productos a vertedero.	1	3.250,00			3.250,00			
						3.250,00	0,46	1.495,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 Trabajos previos								1.495,00
SUBCAPÍTULO 1.2 Excavacion de túnel								
m³ Excavación del túnel en avance con rozadora								
Excavación del túnel en avance con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación	1	640,000	44,500		28.480,000			
						28.480,00	33,47	953.225,60
m³ Excavación del túnel en destroza con rozadora								
Excavación del túnel en destroza, con rozadora en Sección I, incluso transporte a vertedero y ventilación	1	640,000	43,000		27.520,000			
						27.520,00	26,69	734.508,80
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 Excavacion de túnel								1.687.734,40
SUBCAPÍTULO 1.3 Excavación emboquilles								
m3 Excavación en zanjas								
Excavación en zanjas	1	46.204,250			46.204,250			
						46.204,25	5,52	255.047,46
m2 Acabado y refino de taludes								
	5264				5.264,00			
						5.264,00	1,11	5.843,04
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 Excavación emboquilles								260.890,50
TOTAL CAPÍTULO 1 Excavación								1.950.119,90
CAPÍTULO 2 Sostenimiento								
SUBCAPÍTULO 2.1 Sostenimiento ST-1								
m² Hormigón e=10 cm. Sostenimiento								
Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel								
Túnel	1	468,500	23,500		11.009,750			
						11.009,75	20,34	223.938,32
m² Hormigón e=5 cm. Sellado túnel								
Hormigón proyectado de 25 N/mm², de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel								
Túnel	1	468,500	23,500		11.009,750			
						11.009,75	9,83	108.225,84
m² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm								



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado , incluso solapes y recortes.
Túnel Sección I 1 468,500 23,500 11.009,750

11.009,75 3,48 38.313,93

ud BúlónSwelllex D=25 mm L=3.5 m

Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel,inclusoperforación,placa de fijación y tuerca, p,p de materiales, medios y equipos auxiliares;totalmente colocado

Túnel Sección I 1 468,500 17,000 7.964,500

7.964,50 81,02 645.283,79

TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 Sostenimiento ST-1 1.015.761,88

SUBCAPÍTULO 2.2 Sostenimiento ST-2

m² Hormigón e=10 cm. Sostenimiento

Hormigón proyectado de 25 N/mm2 ,de 10 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Túnel 1 171,500 23,500 4.030,250

4.030,25 20,34 81.975,29

m² Hormigón e=5 cm. Sellado túnel

Hormigón proyectado de 25 N/mm2 ,de 5 cm de espesor, incluso aditivos y rechazo, puesto en obra en túnel

Túnel 1 171,500 23,500 4.030,250

4.030,25 9,83 39.617,36

m² Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm

Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado , incluso solapes y recortes.

Túnel Sección I 1 171,500 23,500 4.030,250

4.030,25 3,48 14.025,27

ud BúlónSwelllex D=25 mm L=3.5 m

Bulón de diámetro 25 mm y 3.5 m de longitud para sostenimiento de túnel,inclusoperforación,placa de fijación y tuerca, p,p de materiales, medios y equipos auxiliares;totalmente colocado

Túnel Sección II 1 171,500 23,000 3.944,500

3.944,50 81,02 319.583,39

ud Cercha metálica perfil TH-21

Cercha metálica de TH-21, incluso solapes,grapasp de unión y tresillones con sus elementos de fijación.

115 115,000

115,00 437,75 50.341,25

TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 Sostenimiento ST-2 505.542,56

SUBCAPÍTULO 2.3 Solera

M3 HORM. HM-20 ALZADOS Y SOLERAS

M3. Hormigón HM-20/P/40 IIA en alzados y soleras vibrado y colocado.

1 640,00 9,00 0,25 1.440,00

1.440,00 84,53 121.723,20

TOTAL SUBCAPÍTULO 2.3 Solera 121.723,20

TOTAL CAPÍTULO 2 Sostenimiento 1.643.027,64

CAPÍTULO 3 Emboquilles

m Viga atado paraguas de protección

Viga de atado de paraguas de protección de emboquilles, de 30x30 cm, de hormigón HA-25,incluso encofrado y armadura, totalmente terminada.

1 29,000 29,000



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

1	29,000		29,000			
				58,00	31,08	1.802,64
m2 Mallazoelectrosoldado ME 150 x 150 x 6 mm						
Mallazoelectrosoldado ME 150*150*6 mm, colocado , incluso solapes y recortes.						
Emboquille norte	1	55,000	15,000	825,000		
Emboquille sur	1	32,000	15,000	480,000		
				1.305,00	3,48	4.541,40
m3 Hormigón HM-30 proyectado en capa de 5 cm de espesor						
Emboquille norte	1	55,00	15,00	825,00		
Emboquille sur	1	32,00	15,00	480,00		
				1.305,00	20,34	26.543,70
m Paraguas de micropilotes						
Micropilote de acero de 89 mm de diámetro exterior y 7 mm de pared, colocado, en presostenimiento de emboquille de túnel, según dimensiones especificadas en planos, totalmente colocado.						
	40	10,00		400,00		
				400,00	96,97	38.788,00
TOTAL CAPÍTULO 3 Emboquilles						71.675,74

CAPÍTULO 4 Revestimiento

m3 Hormigón HA-25 revestimiento túnel

M3. Hormigón de revestimiento de túnel con hormigón HA-25/P/40/IIA, vibrado y colocado.

1	640,00	0,15	23,50	2.256,00		
				2.256,00	83,24	187.789,44
m2 Encofrado curvo						
M2. Encofrado curvo en paramentos incluso suministro, colocación y desencofrado.						
1	640,00	23,50		15.040,00		
				15.040,00	23,97	360.508,80
TOTAL CAPÍTULO 4 Revestimiento						548.298,24

CAPÍTULO 5 Drenaje

M2 Dren base de desmonte

M2. Sistema de drenaje en bases de desmontes y terraplenes mediante la colocación del geocompuesto de drenaje CETCODRAIN DOBLE con una resistencia al aplastamiento de 1250 kPa (ASTM D 1621) y una capacidad drenante (ISO 12958) de 1,16 l/m.s a 20 kPa (i=1) y de 0,74 l/m.s a 200 kPa (i=1) formado por una georredrenante de 5 mm de espesor de polietileno de alta densidad con dos geotextil no tejido de Polipropileno de 120 g/m2 termofijado a ambas caras, sobre superficie regularizada horizontal o casi horizontal. Se incluye la ejecución de los solapes entre rollos, las fijaciones y otros elementos necesarios para su correcta puesta en obra. No se incluye el tubo de drenajeranurado.

1	320,00		320,00			
				320,00	7,27	2.326,40
m Dren hormigón poroso D=150 mm.						
Tubería de hormigón poroso de diámetro 150 mm.en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.						
1	640,000		640,000			
				640,00	8,02	5.132,80
m Dren circular PVC D=75 mm						
Tubería corrugada de PVC circular, ranurada, de diámetro 75 mm.en drenaje longitudinal, incluso preparación de la superficie de asiento, compactación y nivelación, terminado.						
1	640,000		640,000			
				640,00	2,89	1.849,60
ud Caz prefabricado 60x60x50 cm.						
Caz prefabricado de 30x13x50 cm. con capa extrafuerte con una huella en ángulo de 5 cm., de flecha máxima, medida la longitud colocada.						
15			15,000			



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

			15,00	49,60	744,00
ud Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, se					
Arqueta de desagüe de cuneta de hormigón HA-25, según planos, con rejilla de fundición clase C-250.					
	10	10,000			
			10,00	477,04	4.770,40
ud Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado					
Pozo registro de 80 cm de diámetro interior, totalmente colocado.					
	7	7,000			
			7,00	684,32	4.790,24
TOTAL CAPÍTULO 5 Drenaje.....					19.613,44
CAPÍTULO 6 Auscultación					
ud Célula de presión instalada y con aparatos de medida					
Célula de presión instalada y con aparatos de medida					
	6	6,000			
			6,00	2.022,59	12.135,54
ud Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato					
Varilla extensométrica instalada con cabezal de lectura, aparato de medida y sistema de adquisición de datos					
	4	4,000			
			4,00	2.673,26	10.693,04
ud Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida					
Cintas de convergencias instaladas y con equipos de medida					
	16	16,000			
			16,00	53,28	852,48
TOTAL CAPÍTULO 6 Auscultación					23.681,06
CAPÍTULO 7 Iluminación e Instalacione electrica					
m Cable b.t. RV-AI 0,6/1 kV 4x120 AI	1	1.800,00	1.800,00		
			1.800,00	7,86	14.148,00
ud Lámpara fluorescente					
Precios de Proyector con una lámpara fluorescente de designación TC-D y portalámparas G24 d3, de 26 W de potencia, alimentación a 230 V y funcionamiento a 230 V, con cuerpo de aluminio estruido de sección triangular, tapas laterales de material sintético y frontal rectangular, con lira de soporte, con reflector rectangular y sin cabezal, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado bifásico no empotrado totalmente colocada					
	50	50,000			
			50,00	354,71	17.735,50
ud Lámpara halógena					
Precios de Proyector con 1 lámpara halógena de designación QR 111 y portalámparas G53, para una potencia de hasta 100 W, con transformador integrado a la peana de montaje, alimentación a 230 V y funcionamiento a 12 V, con cuerpo de aluminio inyectado de forma cilíndrica y lira de soporte de aluminio inyectado, sin reflector y con cabezal circular de soporte de accesorios independiente, completamente orientable, con grado de protección IP 20, montado en carril electrificado trifásico no empotrado totalmente colocada					
	5	5,000			
			5,00	414,45	2.072,25
u Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación					
Edificio prefabricado de hormigón para centro de transformación e instalación eléctrica necesaria					
	1	1,000			
			1,00	11.110,00	11.110,00
PA Partida alzada a justificar del resto de instalaciones					



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Partida alzada a justificar del resto de instalaciones	1	1,000		
			1,00	10.000,00
u Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10				10.000,00
Pica de toma a tierra de armaduras y elementos metálicos cada 10m	63	63,000		
			63,00	21,96
				1.383,48
TOTAL CAPÍTULO 7 Iluminación e Instalacione electrica				56.449,23

CAPÍTULO 8 Ordenación ecológica y paisajística

m³ Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra

Suministro de tierra vegetal procedente de la propia obra.

	3750	3.750,000		
			3.750,00	1,06
				3.975,00
m² Rastrillado (escarificado), de tierra vegetal previo a la siembr				
Rastrillado (escarificado), en sentido longitudinal a la traza, de tierra vegetal previo a la siembra o hidrosiembra.	2800	2.800,000		
			2.800,00	0,14
				392,00
m² Siembra a voleo, incluido semilladp y primer riego				
Siembra a voleo, incluido semilladp y primer riego.	2800	2.800,000		
			2.800,00	0,10
				280,00
m² Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.				
Hidrosiembra tipo 1, totalmente ejecutada.			3.750,00	1,11
				4.162,50
PA Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóct				
Partida alzada a justificar, para recolección de semillas autóctonas			1,00	500,00
				500,00
ud Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las				
Visita para el seguimiento arqueológico y paleontológico de las obras, consistente en el control de las mismas durante la fase de movimiento de tierras, incluido informe.			1,00	3.000,00
				3.000,00
ud Técnico superior medioambientalista con todo su equipo				
Técnico superior medioambientalista con todo su equipo, en fase de obras y período de garantía, para el control y seguimiento de la fauna y de los aspectos relacionados con la vegetación, trabajos de desbroce, seguimiento para la obtención de semillas y de los trabajos de revegetación, incluido informe.			1,00	1.500,00
				1.500,00
ud Informe sobre el estado de la vegetación implantad				
Informe sobre el estado de la vegetación implantada en el proyecto de recuperación ambiental antes del acta de recepción de la obra.			1,00	1.500,00
				1.500,00
TOTAL CAPÍTULO 8 Ordenación ecológica y paisajística.....				15.309,50

CAPÍTULO 9 Seguridad y salud

ud Estudio de seguridad y salud

Estudio de seguridad y salud

	1	1,000		
			1,00	38.315,34
				38.315,34
TOTAL CAPÍTULO 9 Seguridad y salud.....				38.315,34

**CAPÍTULO 10 Varios****PA Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de l**

Partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación de las obras, en cumplimiento de la Orden Circular 15/2003 "Sobre Señalización de los Tramos Afectados por la Puesta en Servicio de las Obras -Remates de Obras-".

1,00	30.000,00	30.000,00
------	-----------	-----------

PA Partida alzada de abono íntegro para tala

Partida alzada de abono íntegro para la tala de árboles, incluso extracción de tocón y traslado a vertedero o lugar de empleo.

1,00	10.000,00	10.000,00
------	-----------	-----------

PA Partida alzada a justificar, p/seguimiento geotecnico

Partida alzada a justificar, para seguimiento geotecnico de la obra

1,00	30.000,00	30.000,00
------	-----------	-----------

TOTAL CAPÍTULO 10 Varios.....	70.000,00
--------------------------------------	------------------

TOTAL	4.436.490,09
--------------------	---------------------



5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

RESUMEN	EUROS	%
Excavación	1.950.119,90	43,96
Sostenimiento	1.643.027,64	37,03
Emboquilles	71.675,74	1,62
Revestimiento	548.298,24	12,36
Drenaje	19.613,44	0,44
Auscultación	23.681,06	0,53
Iluminación e Instalación eléctrica	56.449,23	1,27
Ordenación ecológica y paisajística	15.309,50	0,35
Seguridad y salud	38.315,34	0,86
Varios	70.000,00	1,58
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	4.436.490,09	
13,00 % Gastos generales	576.743,71	
6,00 % Beneficio industrial	266.189,41	
SUMA DE G.G. y B.I.	842.933,12	
21,00 % I.V.A.	1.108.678,87	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	6.388.102,08	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	6.388.102,08	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEIS MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL CIENTO DOS EUROS con OCHO CÉNTIMOS

Suances, a 13 de agosto de 2013.

El promotor

La dirección facultativa



DOCUMENTO V

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objeto de estudio	7
1.2. Justificación del estudio de seguridad y salud	7
1.3 Establecimiento de la política	8
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	9
2.1 Descripción de la obra	9
2.2 Presupuestos	9
2.3 Organigrama general	9
2.4 Instalaciones	10
2.5 Puestos de trabajo	10
3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES	11
3.1 Riesgos generales	11
3.2.2. Replanteos previos	13
3.2.3. Desbroce del terreno	14
3.2.4. Movimiento de tierras: excavación a cielo abierto.....	14
3.2.5. Siembra y plantación	16
3.2.6. Instalación eléctrica en obra	16
3.2.7. Riesgos de daños a terceros	17
3.3 Según maquinaria de obra a utilizar	17
3.3.1. Maquinaria para movimiento de tierras en general	17
3.3.2. Máquinas	18
3.3.2.1 Retroexcavadora.....	18
3.3.2.2 Pala cargadora.....	19
3.3.2.3. Bulldozer	20
3.3.2.4. Camión dumper para movimiento de tierras	21



3.3.2.5. Camión de transporte	22
3.3.2.6. Compresor	22
3.3.2.7. Maquinaria de hormigonado	23
3.3.2.8. Taller	24
3.4 Según los medios auxiliares	25
3.4.1 Elementos	25
3.4.1.1 Escalera de mano	25
3.4.2. Herramientas de mano	25
3.4.2.1 Nivel, regla, escuadra y plomada	25
3.4.2.2. Pico, pala y azada	25
3.4.2.3. Tenazas, martillo y alicates	26
3.5 Riesgo de daños a terceros	26
4. MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS RIESGOS	26
4.1 Trabajos de delimitación y señalización de la zona de trabajo	27
4.1.1. Normas o medidas preventivas	28
4.1.2. Prendas de protección personal recomendables	28
4.1.3. Protecciones colectivas	28
4.2. Replanteos previos	29
4.2.1. Normas o medidas preventivas	29
4.2.2. Prendas de protección personal recomendadas	29
4.3 Desbroce del terreno	30
4.3.1. Normas o medidas preventivas	30
4.3.2. Protecciones colectivas	31
4.3.3. Protecciones individuales	31
4.4. Movimiento de tierras	31
4.4.1. Normas o medidas preventivas	32
4.4.1.1. De carácter general	32



4.4.1.2. Excavaciones a cielo abierto.....	33
4.5 Siembras y plantaciones.....	36
4.5.1 Medidas preventivas	36
4.5.2. Equipos de protección individual.....	36
4.6. Protección contra terceros	37
4.7. Maquinaria de obra.....	38
4.8.1. Maquinaria para el movimiento de obras en general	38
4.8.2. Retroexcavadora.....	40
4.8.3. Pala cargadora.....	44
4.8.4. Bulldozer	46
4.8.5. Camión dumper	49
4.8.6 Camión de transporte	51
4.8.7. Maquinaria de hormigonado	52
4.8.7.1. Camión de hormigonado.....	52
4.8.7.2. Bomba autopropulsada de hormigón	53
4.8.8. Rozadora	53
4.8.9. Máquinas herramientas portátiles	54
4.9. Medios auxiliares	55
4.9.1 Escaleras de mano	55
4.10. Herramientas manuales.....	57
4.10.1 Herramientas de corte	57
4.10.2 Herramientas de percusión	58
4.10.3 Herramientas punzantes.....	58
5. VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS PREVISTAS.....	59
6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	62
6.1. Comedores	62



6.2. Vestuarios y servicios	62
6.3. Botiquín.....	63
7. SEÑALIZACIÓN GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD	63
7.1 Accesos a la obra	63
7.2 Circulación por el interior de la obra	63
7.3. Circulaciones verticales	64
7.4. Lugares de trabajo (tajos)	64
8. EJECUCIÓN DEL TÚNEL.....	64
8.1 Disposiciones internas de seguridad (D.I.S.) en el túnel.....	64
8.1.1. Medidas generales de interior.....	64
8.2. Análisis de riesgos	65
8.2.1. Riesgos a los que esta sometido	65
8.2.1.1. Riesgos naturales	65
8.2.1.2. Riesgos tecnológicos	66
8.2.1.3. Riesgos sociales	66
8.2.2. Evaluación de los riesgos	66
8.2.2.1. Incendios en el interior del túnel	66
8.2.2.2. Desprendimientos en el túnel.....	67
8.2.2.3. Inundación del túnel.....	67
8.3 Normas generales de prevención	68
8.3.1. Implantación de medidas de emergencia	68
8.3.2. Equipos eléctricos.....	68
8.3.3. Orden de limpieza.....	69
8.3.4. Normas básicas de evacuación	69
8.4. Normas generales de protección	69
8.4.1. Medios auxiliares propios	69
8.4.1.1 Extintores.....	69



8.4.1.2. Alumbrado de emergencia.....	70
8.4.1.3. Telefonía.....	70
8.4.1.4. Primeros auxilios.....	70
8.4.1.5 Vehículos	71
8.4.2. Relaciones con servicios externos.....	71
8.4.2.1. Centros asistenciales.....	71
8.4.2.2. Bomberos.....	71
8.4.2.3. Protección civil	71
8.4.2.4. Plan de formación	71



1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para que redacte el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según el Artículo 4 del Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre se indica la obligatoriedad, por parte del promotor, para que se realice un Estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos para las obras de construcción, siempre que se cumplan alguno de los siguientes supuestos:

- I. Presupuesto de Ejecución por Contrata superior a 450.759,07 Euros.
- II. Duración estimada de los trabajos superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores.
- III. Volumen de mano de obra superior a 500 jornadas.
- IV. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.



En la presente obra se cumplen o se superan todas las limitaciones anteriormente expuestas por lo que se indica la obligatoriedad de realizar el presente Estudio de Seguridad y Salud.

1.3 ESTABLECIMIENTO DE LA POLÍTICA

El objetivo prioritario en materia de prevención es conseguir la mejora de las condiciones de trabajo, contribuyendo al aumento del bienestar laboral y a la disminución de la siniestralidad en los puestos de trabajo.

Asimismo, en función de las conclusiones obtenidas en la evaluación inicial de la obra, las empresas se proponen alcanzar los siguientes objetivos iniciales específicos, que deben ser mejorados según avanza los trabajos:

- Mantener la tasa de incidencia de los accidentes con baja, inferior a la media del sector
- Eliminar o controlar los riesgos cuyas consecuencias son calificadas de graves
- Mejorar las condiciones de trabajo generales de los trabajadores

Las medidas que integran el deber general de prevención se realizarán siguiendo los siguientes principios generales para las acciones preventivas:

- Evitar los riesgos
- Evaluar los riesgos que no puedan evitarse
- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona (concepción de los puestos de trabajo, elección de los equipos, métodos de trabajo y de producción)
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las



relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo

- Tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles la tareas
- Adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que, sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada, puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico

La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. También ha de tenerse en cuenta los riesgos adicionales que suponga la implantación de medidas de prevención.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Se trata de la construcción de un túnel que formará parte de la variante de la N-621 en la mejora de su trazado. El nuevo trazado mejorara el paso de la carretera por el municipio de Potes evitando pasar por el interior de núcleos urbanos.

2.2 PRESUPUESTOS

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA DESTINADO A SEGURIDAD Y SALUD ES DE TREINTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS QUINCE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CENTIMOS (38.315,34 €).

2.3 ORGANIGRAMA GENERAL

La organización de la obra y, en particular, el establecimiento del modelo de organización de la prevención de riesgos laborales es facultad del Jefe de Obra, representado en la ejecución del túnel, a través del correspondiente Jefe de Producción o Director Facultativo, asesorados ambos mandos por un Técnico Superior en Materia de Prevención de Riesgos Laborales.



La organización de la ejecución de los trabajos en el túnel está formada, primeramente, por un Jefe de Producción o Director Facultativo. Dependiendo de él, tiene a su cargo varios Encargados de Tajo, un electricista y un responsable de mantenimiento. Por último se encuentran el resto de empleados que dependen jerárquicamente de sus respectivos responsables o encargados, en función del área de la que formen parte.

2.4 INSTALACIONES

Las instalaciones que se establecen son las habituales en la construcción de un túnel, y que son básicamente las siguientes:

- Instalación Central de Oficinas, donde se lleva a cabo la gestión contractual y administrativa de la obra, y demás actividades de dicho orden que se precisen. Consta de varios módulos de oficinas con diversos despachos, servicios y contenedores de almacén. En estas dependencias se puede realizar la conexión con el exterior de forma estable al existir una línea telefónica fija y fax.
- Instalaciones en una de la bocas del túnel, donde se establecerán las dependencias de vestuarios, comedores y sanitarios para los trabajadores del túnel. También se ubicarán dependencias para los mandos de obra, dependencias de taller, contenedores de almacén, centro de transformación e instalación de ventiladores. Dichas instalaciones se ajustarán a lo establecido en el artículo 14 de la parte A del Anexo del R.D. 1389/1997.

2.5 PUESTOS DE TRABAJO

Los puestos de trabajo que desarrollarán las actividades de ejecución del túnel son los siguientes:

- Conductor rozadora
- Gunitador y bulonado.
- Operador de Pala Cargadora y Operador de Retroexcavadora



- Personal Facultativo
- Conductor de Camión
- Mantenimiento mecánico
- Mantenimiento eléctrico

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES

3.1 RIESGOS GENERALES

De manera genérica, los riesgos que pueden existir en toda obra civil son los siguientes:

- Atropellos por máquinas y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Atrapamientos.
- Sobresfuerzos.
- Ruidos.
- Erosiones y contusiones.
- Caídas de objetos.
- Afecciones cutáneas.
- Proyección de partículas.
- Afecciones a la vista, por soldaduras, láser topográfico, o deslumbramientos.
- Salpicaduras.



- Quemaduras.
- Afecciones a las vías respiratorias.
- Emanaciones de pinturas, disolventes, etc.
- Caídas a nivel y a distinto nivel.
- Golpes contra objetos.
- Heridas punzantes, especialmente en pies y manos.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Desprendimientos.
- Incendios.
- Explosiones.
- Vibraciones.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- **3.2. Según los trabajos a realizar**
 - **3.2.1. Delimitación y señalización del área de trabajo**
- Atropellos.
- Vuelco de máquinas y vehículos. Este riesgo se presenta cuando la maquinaria empleada y vehículos circulan en zonas con grandes pendientes o por zonas muy accidentadas que no han sido niveladas, las piedras y socavones existentes en la zona de operaciones también pueden ser la causa de estos accidentes.
- Producción de polvo por la circulación de máquinas y vehículos de obra en las proximidades.
- Caída de objetos o residuos de obra durante el transporte de materiales sobre los camiones.



- Golpes y heridas con maquinaria, materiales o herramientas.
- Proyección de partículas a otros vehículos o a terceros.
- Ruido.
- Polvo.

3.2.2. REPLANTEOS PREVIOS

- Atropellos por vehículos de las vías de corte.
- Caídas al mismo nivel.
- Ambiente pulvígeno.
- Ruido.
- Aplastamientos y atrapamientos con maquinaria.
- Pisadas sobre objetos cortantes y/o punzantes.
- Riesgos de incisiones o heridas cortantes y/o punzantes.
- Riesgo de salpicaduras en ojos o cuerpos extraños en los mismos.
- Riesgo de lumbalgias.
- Sobresfuerzos.
- Proyección de partículas u objetos.
- Atrapamientos por partes móviles de la maquinaria.
- Golpes/cortes por objetos, herramientas o máquinas
- Atrapamientos por y entre objetos
- Quemaduras físicas.
- Contactos eléctricos: Directos.
- Contactos eléctricos: Indirectos.



- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Explosiones.
- Incendios.

3.2.3. DESBROCE DEL TERRENO

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Heridas al pisar objetos punzantes.
- Vuelco de maquinaria.
- Inhalación de polvo.
- Cortes y golpes con herramientas.
- Atropellos.
- Sobresfuerzos.
- Caída de objetos o materiales. Desprendimientos.
- Ruido.

3.2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO

- Deslizamiento de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de excavación.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por variación de la humedad del terreno.
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por filtraciones acuosas.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Desprendimientos de tierra y/o roca, por vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos, uso de martillos rompedores, etc.)
- Desprendimientos de tierra y/o roca, por alteraciones del terreno, debidos a variaciones fuertes de temperaturas.
- Desprendimientos de tierra y/o rocas, por soportar cargas próximas al borde de la excavación (árboles con raíces al descubierto o desplomados, etc.)
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por fallo de las entibaciones.
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, en excavaciones bajo nivel freático.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimientos de tierras.
- Caídas de personal y/o de cosas a distinto nivel (desde el borde de la excavación).
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Problemas de circulación interna (embarramientos) debidos a mal estado de la pista de acceso o circulación.
- Picaduras.
- Caídas de personal al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Polvos.
- Ruidos.



- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso.

3.2.5. SIEMBRA Y PLANTACIÓN

- Incendio.
- Atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por movilidad de maquinaria.
- Ruido.
- Tráfico.
- Deslizamiento.
- Vuelco de la máquina.
- Caídas por pendientes.
- Atropello.
- Proyección de objetos y partículas.
- Caídas de personas desde la máquina.
- Cuerpos extraños en ojos

3.2.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN OBRA

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.



- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación).
- Caídas al mismo y a distinto nivel, en los trabajos de instalación.

3.2.7. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Nos podremos encontrar, entre otros, con riesgos derivados según los siguientes casos:

(a) Motivados por la realización de trabajos mediante corte al tráfico alternativo.

(b) Por la intromisión de terceros en las zonas de obra.

- Ello derivará en los siguientes riesgos:
- Atropellos por la maquinaria a terceros.
- Colisiones con la maquinaria de obra.
- Caídas de vehículos por terraplenes.
- Caídas de personas ajenas a la obra a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes contra objetos.
- Posibles atrapamientos por intromisión en zonas con existencia de los mismos.

Asimismo, deberán tenerse en cuenta todos aquellos, que por propia iniciativa, puedan ocurrírseles a los mismos (manejo de maquinaria abandonada puntualmente, por ejemplo en horas de descanso, etc.)

3.3 SEGÚN MAQUINARIA DE OBRA A UTILIZAR

3.3.1. MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL

- Vuelco.
- Atropello.
- Atrapamiento.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- Proyecciones.
- Desplomes de tierras o cotas inferiores.
- Vibraciones
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Desplomes de taludes sobre la máquina.
- Desplomes de árboles sobre la máquina.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas).

3.3.2. MÁQUINAS

3.3.2.1 RETROEXCAVADORA

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, corte y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.



- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento)
- Atrapamiento (trabajos de mantenimiento).
- Proyección dCaídas de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y ambiental (trabajo al unísono de varias máquinas).
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos.
- Los derivados de la realización de los trabajos bajo condiciones meteorológicas extremas.
- Los derivados de las operaciones necesarias para rescatar cucharonesbivalva atrapados en el interior de las zanjas (situaciones singulares).

3.3.2.2 PALA CARGADORA

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la pala cargadora).
- Caída de la pala por pendientes (aproximación excesiva al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Contacto con líneas eléctricas (aéreas o enterradas)
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o eléctricas).
- Desplomes de taludes o de frentes de excavación.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y de conjunto.
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias etc.).
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

3.3.2.3. BULLDOZER

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.)
- Deslizamientos incontrolados del tractor (barrizales, terrenos descompuestos).
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina e instalar los tacos).
- Vuelco del bulldozer.
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes).



- Colisión contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Incendio.
- Quemaduras (Trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento y otros).
- Caídas de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Proyección de objetos.
- Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (afecciones respiratorias).
- Los derivados de la realización de los trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

3.3.2.4. CAMIÓN DUMPER PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Atropellos de personas.
- Vuelco.
- Colisión.
- Atrapamiento.
- Proyección de objetos.
- Desplome de tierras.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.



- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar a la cabina.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas eléctricas).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Golpes por la manguera de suministro de aire.
- Sobresfuerzos

3.3.2.5. CAMIÓN DE TRANSPORTE

- Se considerarán exclusivamente los comprendidos desde el acceso a la salida de la obra.
- Atropello de personas, (entrada, circulación interna y salida).
- Choque contra otros vehículos, (entrada, circulación interna y salida).
- Vuelco del camión, (blandones, fallo de cortes o de taludes).
- Vuelco por desplazamientos de carga.
- Caídas, (al subir o bajar de la caja)
- Atrapamientos, (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas).

3.3.2.6. COMPRESOR

Durante transporte interno

- Vuelco.
- Atrapamientos de personas.
- Caída por terraplén.
- Desprendimiento durante el transporte en suspensión.

En servicio

- Ruido.



- Rotura de la manguera de presión.
- Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor.
- Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.
- Caída del compresor por trabajos en zonas próximas a bordes.

3.3.2.7. MAQUINARÍA DE HORMIGONADO

Camión hormigonera

- Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra
- Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
- Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados o zanjas del terreno
- Máquina sin control, por abandono del conductor sin desconectar ni poner frenos
- Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina
- Choques de la máquina con otras o con vehículos
- Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas
- Atrapamientos por útiles o transmisiones
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
- Vibraciones transmitidas por la máquina
- Ambiente pulvígeno
- Polvaredas que disminuyan la visibilidad
- Ruido

Bomba autopropulsada de hormigón

- Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
- Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados o zanjas del terreno
- Choques de la máquina con otras o con vehículos
- Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas
- Proyecciones de hormigón bombeado sobre trabajadores o público
- Desprendimientos o latigazos bruscos de mangueras y conductos de hormigón
- Proyección descontrolada de tapones de hormigón seco
- Ruido

3.3.2.8. TALLER

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Proyección de esquirlas de herramientas y punteros.
- Cortes y heridas por herramientas.
- Cortes por virutas en máquinas herramientas.
- Atrapamientos por transmisiones mecánicas.
- Atrapamientos por movimientos imprevistos al liberar circuitos hidráulicos.
- Atrapamientos debidos a puestas en marcha por personas ajenas.
- Explosiones e incendios por oxígeno y acetileno.
- Golpes con botellas de gases.
- Intoxicación por humos.
- Intoxicación por vapores de pinturas.
- Explosión durante la carga de baterías.



- Electrocución.
- Dermatitis por aceite.
- Radiaciones actínicas.

3.4 SEGÚN LOS MEDIOS AUXILIARES

3.4.1 ELEMENTOS

3.4.1.1 ESCALERA DE MANO

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapata, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras “cortas” para la altura a salvar, etc.).

3.4.2. HERRAMIENTAS DE MANO

3.4.2.1 NIVEL, REGLA, ESCUADRA Y PLOMADA

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

3.4.2.2. PICO, PALA Y AZADA

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.



- Sobresfuerzos

3.4.2.3. TENAZAS, MARTILLO Y ALICATES

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria

3.5 RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS

Producidos por las intersecciones con las carreteras y caminos, habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por circulación de vehículos, al tener que realizar desvíos provisionales y pasos alternativos.

La circulación de vehículos por la zona afectada, que deberá ser interrumpida en algunos casos concretos, generará riesgos al tener que realizar desvíos provisionales y pasos alternativos.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS RIESGOS

La reglamentación actual de Seguridad y Salud contempla la obligatoriedad de identificar los riesgos evitables y los no eliminables, así como las medidas técnicas a adoptar para cada uno de ellos.

Los estudios sobre la siniestralidad en las obras de Edificación e Ingeniería Civil, denotan que un altísimo porcentaje de los accidentes de obra se deben a la habitual tendencia de los operarios a relajarse en la adopción de las medidas preventivas establecidas.

Dadas las características de las obras que se definen en el presente proyecto, juzgamos que no se podrá llegar a tener la seguridad de evitar completamente, ninguno de los riesgos que estimamos pueden aparecer. Por lo tanto, teniendo en cuenta la importancia de mantener constantemente las medidas de protección previstas y en aras de un mayor rigor en la aplicación de la seguridad al proceso constructivo, se les ha adjudicado a todos los riesgos previstos, salvo que se indique expresamente lo contrario, la consideración de noeliminables.



A continuación se enumeran dichos riesgos, así como las medidas preventivas y protecciones individuales y colectivas a emplear, para las diferentes actividades que componen la presente obra.

4.1 TRABAJOS DE DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

Dada la naturaleza y extensión del Proyecto, resulta desproporcionado la colocación de un vallado perimetral en toda la obra que evite el paso de personas ajenas a ella, pero será necesario señalar y destacar de manera claramente visible e identificable, todo el perímetro de la obra, así como sus accesos, delimitando el paso de terceras personas a los lugares en los que se estén ejecutando trabajos de cualquier tipo.

Asimismo, en este tipo de proyectos adquiere una gran importancia la señalización de las zonas de los trabajos, tanto diurna como nocturna, estableciéndose en cada momento las rutas alternativas que en cada caso sean pertinentes.

Quedará a juicio del responsable del Servicio de Prevención de la obra, el determinar el tipo de cierre y la ubicación del mismo, que en cada momento se estime necesario.

La zona que será obligatoria delimitar será donde se coloquen las instalaciones de Higiene y Bienestar, con el fin de evitar la entrada de personas ajenas con el consiguiente riesgo.

Las condiciones mínimas del vallado deberán ser:

- Tendrá 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.
- Deberá presentar como mínimo la señalización de:
- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.



- Obligatoriedad del uso del casco, ropa de trabajo reflectante y calzado de seguridad en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

4.1.1. NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS

- Ordenar el tráfico interno de la obra
- Todos los vehículos de obra deberán llevar señalización acústica que se pondrá en funcionamiento cuando circule marcha atrás en los viales de obra
- Cuando los vehículos de obra tengan que realizar maniobras de marcha atrás y existan obreros en las inmediaciones, todos los conductores serán ayudados por una persona que les dirigirá desde fuera
- Todos los operarios afectos a las obras deberán llevar en estas zonas de trabajo, una chaqueta adecuada de color bien perceptible a distancia.
- Controlar la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuando las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento.

4.1.2. PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDABLES

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Gafas antiproyecciones.

4.1.3. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.



4.2. REPLANTEOS PREVIOS

4.2.1. NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS

Los operarios que realicen dichas operaciones han de tener experiencia en dichos trabajos. Dichos trabajos han de realizarse con un jefe de equipo, que normalmente se trata de un Ingeniero Técnico Topógrafo o auxiliar de topografía.

Dicho Jefe de equipo ha de tener en cuenta los riesgos a que se ven sometidos y a todo su equipo. Todos los operarios, incluso el jefe de equipo poseerán los equipos de protección individual reglamentarios. Las zonas de trabajo deberán estar acotadas y señalizadas.

En zonas boscosas o con desniveles, el jefe de equipo deberá examinar el terreno previo a la colocación de los aparatos, con el fin de no realizar los replanteos en zonas escabrosas y/o peligrosas.

4.2.2. PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDADAS

- Chalecos reflectantes para los componentes del equipo.
- Cascos para uso en zonas de posibles desprendimientos.
- Guantes para el personal de jalonamiento y estacado.
- Ropa de trabajo adecuada, mono o buzo de trabajo.
- Traje impermeable para posibles lluvias.
- Botas de seguridad.



4.3 DESBROCE DEL TERRENO

4.3.1. NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o accidentes del terreno que pudieran afectar a la estabilidad de las máquinas. Las motosierras serán empleadas únicamente por personal con experiencia y tendrán embrague. Los árboles deben ser talados mediante motosierra. Una vez talados, mediante anclas y escarificador, se puede proceder sin riesgo al arranque del tocón, que deberá realizarse a marcha lenta para evitar el tirón y la proyección de objetos al cesar la resistencia. En el momento del derribo de la arboleda no circulará ninguna máquina de obra.

Al talar árboles con motosierra se debe señalizar el lugar de caída del árbol y dirigir ésta mediante cuerdas de ayuda.

La maleza debe eliminarse mediante siega con desbrozadoras y se evitará siempre recurrir al fuego.

Colocación de bandas de balizamiento en las zonas con riesgo de caída a distinto nivel. En caso de tener que actuar en bordes de desniveles se colocarán líneas de vida y se usará arnés de seguridad.

Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, se procurará que sea con sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a desniveles.

Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, zahorras, etc., todos los barrizales afectados por la circulación interna de vehículos.

Se deben planificar y señalar las zonas de acopios y escombros.

Se debe limitar la velocidad a 20 km/h.



Hay que verificar el funcionamiento del avisador acústico y luminoso de marcha atrás de todos los vehículos de obra.

Todos los conductores de máquinas para movimientos de tierras serán poseedores del permiso de conducir y habrán demostrado su capacitación.

4.3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Topes de madera en los bordes de las zanjas o taludes para limitar la aproximación de vehículos.
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Riegos para evitar la emisión de polvo.

4.3.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de polietileno (lo utilizaran, a parte del personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Ropa de alta visibilidad.
- Botas de goma (o P.V.C.) de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C.
- Protectores anti-ruídos (tapones, auriculares, silenciadores, etc.)
- Mascarillas autofiltrantes
- Fajas y cinturones antivibratorios.

4.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se refiere el presente apartado a los movimientos de tierra a cielo abierto correspondiente al desmonte necesario para comenzar la excavación del túnel, en los que se hace necesario el uso de maquinaria auxiliar.



4.4.1. NORMAS O MEDIDAS PREVENTIVAS

4.4.1.1. DE CARÁCTER GENERAL

El talud de las excavaciones a realizar, en donde pueda llegar a existir riesgo de desprendimiento o deslizamiento de tierras, y que pueda afectar a la integridad física de algún operario, será próximo o igual al talud natural, de tal forma que anulemos dichos riesgos.

Cuando no pueda ser viable realizar tal talud, por problemas mayores, de ejecución, y dependiendo del tipo de terreno, y si se han de realizar trabajos en el fondo de la misma por operarios, cuando exista riesgo de desprendimientos de tierras, será preciso realizar entibación, con referencia a la excavación en zanja.

Los caminos de servicio estarán:

- Libres de obstáculos.
- Señalizados los peligros de zanjas, estrechamientos, zonas de desprendimientos, velocidad máxima, etc.
- Con visibilidad suficiente, caso de haber excesivo polvo, se regarán.

Antes de iniciar un trabajo se tendrá la certeza de que no puede haber desprendimientos debidos a falta de saneo o trabajos de otros operarios en niveles superiores.

No se permitirá a los maquinistas realizar operaciones arriesgadas como dejar orugas en el aire, o desbrozar y empujar hacia arriba los materiales en fuertes pendientes, dado que las máquinas pueden volcar.

En los trabajos de saneo, se revisará el material de amarre de los operarios, su fijación y no situarse el personal en distintos niveles con peligro de que el saneo realizado por unos, alcance a otros.

Después de días de lluvia, revisará los taludes y desprendimientos que haya observado.



Siempre que se pueda se construirá una barrera con objeto de que las piedras queden en ella. Periódicamente se limpiará.

Durante la operación de carga no permitirá que haya personal en el radio de acción de la cargadora, ni que circule o permanezca personal al lado opuesto del camión para el que se realiza la carga.

Antes de salir un camión cargado, se revisará el estado de la carga y eliminadas las piedras que pudiesen caer del mismo durante el trayecto.

Se ordenará el tráfico de vehículos y dispondrá de personal que ayude a los camiones o máquinas en las operaciones de marcha atrás, de forma que estas personas estén fuera del alcance de los vehículos, pero visibles por sus operarios.

No se permitirá que se arranque o cargue material haciendo cueva, con lo que podría ser atrapado el maquinista en un desprendimiento.

Se señalará a todos los maquinistas los puntos en que pudiera estar comprometida la estabilidad de la máquina.

Se prohíbe permanecer (o trabajar) en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

Se prohíbe permanecer (o trabajar) al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, (entibado, etc.).

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención.

4.4.1.2. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

Se procederá al apuntalamiento, u otro sistema análogo de protección, de las paredes de la excavación cuando se sobrepase 1'30 metros de profundidad y exista riesgo de desprendimiento o deslizamiento del terreno, dependiendo del tipo y estado de las tierras, en cuya base de la pared exista la presencia de personas, o bien se adoptará alguna otra medida de prevención que posteriormente se citará.

El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.



Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.

Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.

El frente y paramentos verticales de una excavación debe ser inspeccionado siempre al iniciar (o dejar) los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.

El saneo (de tierras, o roca) mediante palanca (o pértiga), cuando exista riesgo de caída superior a 2 metros y cuando no exista protección colectiva alguna, se ejecutará sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a un “punto fuerte” (construido expresamente, o del medio natural; árbol, gran roca, etc.)

Se señalizará mediante una cinta de señalización la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación, (mínimo 1,5 m., como norma general).

Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, y cuando exista riesgo de caída en altura superior a 2 metros, se protegerán mediante una barandilla de 90 cm., de altura, listón intermedio y rodapié, con una separación del borde del talud tal que no exista riesgo de desplome del borde del mismo.

Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección de Obra.

Se inspeccionarán por personal cualificado y autorizado para ello, las entibaciones que pudieran haberse colocado, aunque en principio no se prevén éstas, antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.

Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo, debe reforzarse, apuntalarse, etc., la entibación.

Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.



Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado al terreno. No obstante y mientras tanto se procede a su eliminación, las zonas en las que puedan producirse desprendimientos de árboles con raíces descarnadas, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente.

Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos. Redes tensas o mallazo electrosoldado, según cálculo, situadas sobre los taludes, firmemente recibidas, podrán actuar como avisadores al llamar la atención por embolsamientos (que son inicios de desprendimientos). (Este es un método bastante eficaz si se prevé solapar las redes un mínimo de 2 m.).

Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo o entibado en caso de que fuese necesario.

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por persona cualificada para ello.

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando.

Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.

Para acceso a zonas (fondos) de excavación se tendrá presente que procurará separar, el acceso de personas del de vehículos. En caso contrario, se construirá una barrera de acceso de seguridad a la excavación para el uso peatonal.

Se prohibirá trabajar o permanecer, dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.



4.5 SIEMBRAS Y PLANTACIONES

4.5.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

Dichas operaciones comprenden la recuperación del desmonte mediante siembra a voleo e hidrosiembra.

En la colocación de las plantaciones se han de tener en cuenta las medidas preventivas que a continuación se exponen:

La zona de trabajo deberá estar perfectamente señalizada con el fin de evitar colisiones con el tráfico.

Los trabajos son realizados por personal poco cualificado, ya que la utilización de la maquinaria se reduce a la miniexcavadora que realizan los huecos para la colocación de las plantaciones.

La operación de hidrosiembra se realizará por personal cualificado, debido a que para su realización se necesita la utilización de una máquina costosa y de gran peligro, como es el cañón sembrador. Dicha máquina consiste en un cañón que lanza las semillas a presión sobre el talud, de tal manera que quedan plantadas de forma inmediata. Con el lanzamiento de las semillas se lanza un germinador y productos hervícolas, por lo que se deberán extremar las precauciones con dichos productos químicos.

Quedará terminantemente prohibido la utilización del cañón por otro operario que no esté autorizado para dicha labor, parando la máquina si es preciso hasta que el operario autorizado comience los trabajos.

Quedará prohibida la ingestión de cualquier alimento, beber o fumar mientras se estén realizando las operaciones.

La empresa subcontratista que realice los trabajos deberá presentar un plan de seguridad de sus tajos, así como una evaluación de riesgos de la misma.

4.5.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Se dispondrá de tantos equipos como trabajadores haya en dicho tajo.



- Casco de polietileno, (preferible con barbuquejo).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de agua
- Ropa de trabajo.
- Gafas de seguridad y mascarilla de protección.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Protector auditivo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

4.6. PROTECCIÓN CONTRA TERCEROS

Se colocarán todas aquellas señales que sean necesarias, y que cumplan con la actual legislación vigente al respecto, tanto de señales viales (Norma 8.3 I-C) como las señales de seguridad (Real Decreto de 14 de Abril de 1.997, nº 485/1997).

Se acotarán todas las zonas susceptibles de intromisión de terceros, con existencia de riesgos para la salud de los mismos.

Colocación de barandillas de protección en todas aquellas zonas por donde se prevea el paso de terceros y que pueda existir riesgo de caída en altura.

Colocación de paneles informativos, destinados a informar sobre la conducta a seguir.

Además, existirá personal de obra destinado a la vigilancia de los mismos, para de esta forma prevenir cualquier otro tipo de riesgo que pudiera ocasionarse y que no se haya podido prever en el presente Estudio.



4.7. MAQUINARIA DE OBRA

4.8.1. MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE OBRAS EN GENERAL

Las máquinas para los movimientos de tierras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Las máquinas para el movimiento de tierras a utilizar en esta obra serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones cadenas y neumáticos.

Una persona cualificada redactará un parte referente a cada revisión que se realice a la maquinaria, que presentará al jefe de obra y que estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con “señales de peligro”, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Se instalarán letreros avisadores del peligro que supone dormir a la sombra que proyectan las máquinas para movimiento de tierras.

Se prohíbe expresamente trabajar con maquinaria para el movimiento de tierras en la proximidad de líneas eléctricas, debiéndose mantener una distancia de seguridad.

Si se produjese un contacto con líneas eléctricas con la maquinaria con tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. Antes de realizar ninguna acción se inspeccionará el tren de neumáticos con el fin de detectar la posibilidad de puente eléctrico con el terreno; de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, a la vez, la máquina y el terreno.



Las máquinas en contacto accidental con líneas eléctricas serán acordonadas a una distancia de 5 m., avisándose a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos, la posición de la máquina.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento la cuchilla o cazo, puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto, para evitar los riesgos por fallo del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe en esta obra, el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se prohíbe las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes), a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

Se delimitará la cuneta de los caminos que transcurran próximos a los cortes de la excavación a un mínimo de 2 m., de distancia de esta (como norma general), para evitar la caída de la maquinaria por sobrecarga del borde de los taludes (o cortes).



La presión de los neumáticos de los tractores será revisada, y corregida en su caso diariamente.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios de la maquinaria y en función del riesgo serán:

- Casco de polietileno aislante para riesgo eléctrico.
- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina, siempre que exista el riesgo de caída o golpes por objetos).
- Gafas de seguridad antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Guantes de cuero (conducción).
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Ropa de trabajo.
- Traje para tiempo lluvioso.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Botas de goma o de P.V.C.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado para la conducción de vehículos.
- Muñequeras elásticas antivibratorias.

4.8.2. RETROEXCAVADORA

Se entregará a los subcontratistas que deban manejar este tipo de máquinas, las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente según el Plan de Seguridad.



Se entregará por escrito a los maquinistas de las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, la normativa de actuación preventiva. De la entrega, quedará constancia escrita a disposición de la Dirección de Obra.

Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.

Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que mermen la seguridad de la circulación.

No se admitirán en esta obra retroexcavadoras desprovistas de cabinas antivuelco (pórtico de seguridad antivuelcos y antiimpactos).

Las cabinas antivuelco serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo de “retro” a utilizar.

Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.

Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.

Las retroexcavadoras a contratar para esta obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.

Se prohíbe en esta obra que los conductores abandonen la “retro” con el motor en marcha, para evitar el riesgo de atropello.

Se prohíbe en esta obra que los conductores abandonen la “retro” sin haber antes depositado la cuchara en el suelo.

Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.

Se prohíbe desplazar la “retro”, si antes no se ha apoyado sobre la máquina la cuchara, en evitación de balanceos.

Los ascensos o descensos de las cucharas en cargas se realizarán lentamente.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Se prohíbe transportar personas sobre la “retro”, en prevención de caídas, golpes, etc.

Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.

Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Se prohíbe expresamente acceder a la cabina de mandos de las “retro” utilizado vestimentas sin ceñir y joyas (cadenas, relojes, anillos), que pueden engancharse en los salientes y los controles.

Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

Se prohíbe realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.

Se prohíbe expresamente en esta obra el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Se prohíben en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de (piezas, tuberías, etc.), en el interior de las zanjas.

Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.

El cambio de posición de la “retro”, se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).

El cambio de posición de la “retro” en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.

Se prohíbe estacionar la “retro” en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.



Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras (o zanjas), en la zona de alcance del brazo de la retro.

Se instalará una señal de peligro sobre un pie derecho, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la “retro”. Esta señal se irá desplazando conforme avance la excavación.

Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retro a menos de 2m., (como norma general), del borde de corte superior de una zanja o trinchera, para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.

Los equipos de protección individual de los que deberán hacer uso los operarios de esta máquina y en función del riesgo serán:

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad (Solo cuando exista riesgo de golpes en la cabeza).
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas antideslizante (en terrenos secos).
- Botas impermeables (en terrenos embarrados).
- Calzado para conducción de vehículos.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Mandil de cuero o de P.V.C. (operaciones de mantenimiento).
- Polainas de cuero (operaciones de mantenimiento).
- Botas de seguridad con puntera reforzada (operaciones de mantenimiento).



4.8.3. PALA CARGADORA

A los maquinistas de la/s pala/s cargadoras se les comunicará por escrito la normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos. De la entrega quedará constancia escrita a disposición de la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra).

Los caminos de circulación interna de la obra, se trazarán y señalizarán.

Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

No se admitirán en esta obra palas cargadoras, que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada (o pórtico de seguridad).

Las protecciones de cabina antivuelco para cada modelo de pala, serán las diseñadas expresamente por el fabricante para su modelo.

Las protecciones de la cabina antivuelco no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco, para que se autorice a la pala cargadora el comienzo o continuación de los trabajos.

Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.

Las palas cargadoras en esta obra, estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente.

Las palas cargadoras de esta obra, que deban transitar por la vía pública, cumplirán con las disposiciones legales necesarias para estar autorizadas.

Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.



La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.

Los ascensos o descensos en carga de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara.

Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara (dentro, encaramado o pendiente de ella).

Las palas cargadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Se prohíbe el acceso a la palas cargadoras utilizando la vestimenta sin ceñir (puede engancharse en salientes, controles, etc.).

Se prohíbe encaramarse a la pala durante la realización de cualquier movimiento.

Se prohíbe subir o bajar de la pala en marcha.

Las palas cargadoras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

Se prohíbe expresamente, dormir bajo la sombra proyectada por las palas cargadoras en reposo.

Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

Los conductores, antes de realizar “nuevos recorridos”, harán a pie el camino con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones verticales y horizontales de la cuchara.



Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios de esta máquina y en función del riesgo serán:

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad (solo cuando exista riesgo de golpes en la cabeza).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.
- Botas impermeables (terrenos embarrados).
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Mandil de cuero (operaciones de mantenimiento).
- Polainas de cuero (operaciones de mantenimiento).
- Calzado para conducción.

4.8.4. BULLDOZER

Se entregará a la subcontrata que deba manejar este tipo de máquinas, las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente según el Plan de Seguridad.

Se comunicará por escrito a los maquinistas del bulldozer a utilizar en esta obra, la normativa de actuación preventiva. De la entrega, quedará constancia escrita a disposición de la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra).

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que puedan provocar accidentes.



No se admitirán en la obra bulldózers desprovistos de cabinas antivuelco y antiimpactos.

Las cabinas antivuelco serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo de bulldozer a utilizar.

Las cabinas antivuelco montadas sobre los bulldózers a utilizar en esta obra, no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.

Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.

Los bulldózers a utilizar en esta obra estarán dotados de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.

Se prohíbe en esta obra que los conductores abandonen los bulldózers con el motor en marcha.

Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la cuchilla y el escarificador.

Se prohíbe el transporte de personas sobre el bulldozer, para evitar el riesgo de caídas o de atropellos.

Los bulldózers a utilizar en esta obra, estarán dotados de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Se prohíbe el acceso a la cabina de mando de los bulldózers, utilizando vestimentas sin ceñir y joyas (cadenas, relojes o anillos), que puedan engancharse en los salientes y en los controles.

Se prohíbe encaramarse sobre el bulldozer durante la realización de cualquier movimiento.

Los bulldózers a utilizar en esta obra estarán dotados de luces y bocinas de retroceso.



Se prohíbe estacionar los bulldózers en esta obra a menos de tres metros (como norma general), del borde de barrancos, hoyos, trincheras, zanjas, etc., para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.

Se prohíbe realizar trabajos en esta obra en proximidad de los bulldózers en funcionamiento.

Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.

Como norma general, se evitará en lo posible, superar los 3 km./h. en el movimiento de tierras mediante bulldozer.

Como norma general, se prohíbe la utilización de los bulldózers en las zonas de esta obra con pendientes en torno al 50%.

En prevención de vuelcos por deslizamiento, se señalizarán los bordes superiores de los taludes que deban ser transitados mediante cuerda de banderolas o balizas, ubicadas a una distancia no inferior a los 2 m., (como norma general), del borde.

Antes del inicio de trabajos con los bulldózers, al pie de los taludes ya contruidos (o de bermas), de la obra, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo, Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios de esta máquina y en función del riesgo serán:

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de seguridad (solo cuando exista riesgo de golpes en la cabeza).
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

- Botas antideslizantes (en terrenos secos).
- Botas impermeables (terrenos embarrados).
- Calzado de conducción de vehículos.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Mandil de cuero o de P.V.C. (operaciones de mantenimiento).
- Botas de seguridad con puntera reforzada (operaciones de mantenimiento).

4.8.5. CAMIÓN DUMPER

Los camiones dúmper a utilizar en esta obra, estarán dotados de los siguientes medios a pleno funcionamiento:

- Faros de marcha hacia adelante.
- Faros de marcha de retroceso.
- Intermitentes de aviso de giro.
- Pilotos de posición delanteros y traseros.
- Pilotos de balizamiento superior delantero de la caja.
- Servofrenos.
- Frenos de mano.
- Bocina automática de marcha retroceso.
- Cabina antivuelco y antiimpactos.

Diariamente, antes del comienzo de la jornada, se inspeccionará el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocinas, neumáticos, etc., en prevención de los riesgos por mal funcionamiento o avería.

El Encargado o Capataz será el responsable de controlar la ejecución de la inspección diaria, de los camiones dúmper.



A los conductores de los camiones dúmper se les hará entrega de la normativa preventiva. Del recibí, se dará cuenta, a la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra).

Se prohíbe en esta obra, trabajar o permanecer a distancias inferior a 10 metros (como norma general), de los camiones dúmper.

Los camiones dúmper en estación, quedarán señalizados mediante “señales de peligro”.

La carga se regará superficialmente para evitar posibles polvaredas.

Se prohíbe expresamente, cargar los camiones dúmper por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos por sobrecarga.

Todos los camiones dúmper a contratar en esta obra, estarán en perfectas condiciones de conservación y de mantenimiento, en prevención del riesgo por fallo mecánico.

Se establecerán fuertes topes de final de recorrido, ubicados a un mínimo de 2 metros (como norma general), del borde de los taludes, en prevención del vuelco y caída durante las maniobra de aproximación para vertido.

Se instalarán señales de “peligro” y de “prohibido el paso”, ubicadas a 15 metros (como norma general), de los lugares de vertido de los dúmperes, en prevención de accidentes al resto de los operarios.

Se instalará un panel ubicado a 15 metros (como norma general), del lugar de vertido de los dúmperes con la siguiente leyenda: “NO PASE, ZONA DE RIESGO, LOS CONDUCTORES PUEDE QUE NO LE VEAN, APÁRTESE DE ESTA ZONA”.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios de esta máquina y en función del riesgo serán:

- Casco de seguridad (para abandonar la cabina del camión siempre y cuando sea necesaria la protección del cráneo).
- Ropa de trabajo.



- Zapatos de Seguridad.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Guantes de goma (mantenimiento).
- Mandiles impermeables (mantenimiento).

4.8.6 CAMIÓN DE TRANSPORTE

Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.

Las maniobras de posición correcta, (aparcamiento), y expedición, (salida), del camión serán dirigidas por un señalista.

El ascenso y descenso de la caja de los camiones, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.

Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado, (con dos portes inclinados, por ejemplo), será gobernada desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante sogas de descenso. En el entorno del final del plano no habrá nunca personas, en prevención de lesiones por descontrol durante el descenso.

El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.

El gancho de la grúa auxiliar, estará dotado de pestillo de seguridad.



A las cuadrillas encargadas de la carga y descarga de los camiones, se les hará entrega de la siguiente normativa de seguridad.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios de esta máquina y en función del riesgo serán:

- Casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad de sujeción y de caída.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manoplas de cuero.
- Guantes de cuero.
- Salva hombros y cara de cuero (transporte de cargas a hombros).
- Calzado para la conducción de camiones (calzado de calle).

4.8.7. MAQUINARÍA DE HORMIGONADO

4.8.7.1. CAMIÓN DE HORMIGONADO

La circulación de este camión en el interior de la obra se atenderá escrupulosamente a las instrucciones que reciba su conductor, con total observancia de la señalización en la misma, sin que deban operar en rampas de pendiente superior a los 20°.

La puesta en estación y todos los movimientos del camión hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, que cuidará de la seguridad de atropellos o golpes por maniobras súbitas o incorrectas.

Las operaciones de vertido de hormigón a lo largo de zanjas o cortes en el terreno se efectuarán de forma que las ruedas del camión hormigonera no sobrepasen una franja de dos metros de ancho desde el borde.

Los trabajadores que atiendan al vertido, colocación y vibrado del hormigón tendrán la obligación de utilizar en todo momento casco de seguridad, guantes de



goma o P.V.C., botas de seguridad impermeables (en el tajo de hormigonado) y guantes de cuero (en vertido).

4.8.7.2. BOMBA AUTOPROPULSADA DE HORMIGÓN

El personal encargado de su manejo poseerá formación especializada y experiencia en su aplicación y en el mantenimiento del equipo.

El brazo de elevación de la manguera no podrá ser utilizado para ningún tipo de actividad de elevación de cargas u otras diferentes a la que define su función.

La bomba dispondrá de comprobante de haber pasado su revisión anual en taller indicado para ello por el fabricante y tal comprobante se presentará obligatoriamente al jefe de obra, pudiendo ser requerido por el coordinador de seguridad y salud en cualquier momento.

Cuando se utilice en cascos urbanos o semiurbanos, la zona de bombeo quedará totalmente aislada de los peatones, mediante las vallas y separaciones que sean precisas.

Los trabajadores no podrán acercarse a las conducciones de vertido del hormigón por bombeo a distancias menores de 3 m y dichas conducciones estarán protegidas por resguardos de seguridad contra posibles desprendimientos o movimientos bruscos.

Al terminar el tajo de hormigonado, se lavará y limpiará siempre el interior de los tubos de todo el equipo, asegurando la eliminación de tapones de hormigón.

Los trabajadores que atiendan al equipo de bombeo y los de colocación y vibrado del hormigón bombeado tendrán la obligación de utilizar en todo momento casco de seguridad, guantes de goma o P.V.C., botas de seguridad impermeables (en el tajo de hormigonado), calzado de seguridad (en el equipo) y mandil impermeable.

4.8.8. ROZADORA

Se montará como mínimo un interruptor automático asociado a un circuito de puesta a tierra al principio de la línea de alimentación eléctrica de la rozadora.



Proteger con carcasas y resguardos los elementos móviles de las cintas tales como correas, rodillos...

El accionamiento de la corona de avance tendrá un mecanismo de bloqueo que impida su puesta en marcha accidental.

Las reparaciones se harán en zonas bien iluminadas y por personal autorizado.

El puesto de maquinista estará protegido mediante un escudo o cabina de seguridad(proteger frente al vuelco, evitar trauma sonoro y proyecciones)

Prohibido situarse en la zona de carga de la rozadora, sobre la corona o sobre su brazo.

No se utilizará la rozadora para otros fines que no sean los de la excavación del terreno, por ejemplo ayuda de montaje de cerchas.

Se dispondrá de una ventilación suficiente, ya sea solo soplante aspirante o ambas, calculada de acuerdo a las ITC's mineras.

4.8.9. MÁQUINAS HERRAMIENTAS PORTÁTILES

Todas las máquinas que no posean doble aislamiento, deberán estar conectadas a tierra.

Cuando estos equipos se utilicen en emplazamientos muy conductores, (recintos reducidos y metálicos, zonas con mucha presencia de agua,...), la alimentación eléctrica deberá realizarse por medio de transformadores de separación de circuitos.

Los cables eléctricos, conexiones, etc., deberán estar en perfecto estado, siendo conveniente revisarlos con frecuencia.

Se comprobará que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes de su carcasa de protección.

Se comprobará el estado del cable y de la clavija de conexión, dejándose de usar si aparecen deteriorados.



En el caso de trabajos en lugares expuestos a proyecciones de agua, (trabajos a la intemperie en días lluviosos), si la máquina no tiene el Grado IP de protección IP x4x, no debería ser utilizada pues el riesgo de contacto eléctrico se eleva.

Los alargadores empleados deben estar en correcto estado, revisándose periódicamente, los cables deben de soportar una tensión nominal mínima de 440 V.

Cuando se pase la herramienta de un operario a otro, se debe hacer siempre a máquina parada, y a ser posible, dejarla en el suelo para que el otro la coja, y no mano a mano, por el peligro de una posible puesta en marcha involuntaria.

Cuando se cambien útiles, se hagan ajustes, o se efectúen reparaciones, se deben desconectar del circuito eléctrico, para que no haya la posibilidad de ponerlas en marcha involuntariamente.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios de esta máquina y en función del riesgo serán:

- Casco de seguridad, (siempre que exista la posibilidad de golpes).
- Protectores auditivos.
- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvo.
- Mascarilla autofiltrante (si fuera necesario).

4.9. MEDIOS AUXILIARES

4.9.1 ESCALERAS DE MANO

Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.

Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.



El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.

Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco, al extremo superior del larguero.

Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical de superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.

El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano se efectuarán de frente a las mismas. Los trabajos a más de 3,5 m., desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador se realizarán dotados con cinturón de seguridad u otra medida de protección alternativa.

Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.



El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente; es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios que trabajen en estos medios auxiliares y en función del riesgo serán:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad de sujeción y/o de caída.

4.10. HERRAMIENTAS MANUALES

4.10.1 HERRAMIENTAS DE CORTE

Periódicamente se eliminarán las rebabas de las cabezas y filos de corte de herramientas como cinceles y similares y se revisaran los filos de corte.

Durante las operaciones de golpeo en las cabezas, la herramienta y el material deberán quedar adecuadamente sujetos.

Las herramientas en mal estado deberán eliminarse.

Las sierras y serruchos presentarán sus dientes bien afilados y triscados. Las hojas deberán estar bien templadas y correctamente tensadas.

Durante el corte y manipulación de la madera con nudos se extremarán las precauciones por su fragilidad.

Durante el empleo de alicates y tenazas, y para cortar alambre, se girará la herramienta en plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los lados y no imprimiendo movimientos laterales. No se empleará este tipo de herramienta para golpear.



En trabajos de corte en que los recortes sean pequeños, es obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas. Si la pieza a cortar es de gran volumen, se deberá planificar el corte de forma que el abatimiento no alcance al operario o sus compañeros.

Durante el afilado de éstas herramientas se usarán guantes y gafas de seguridad.

4.10.2 HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN

Antes del inicio de los trabajos se comprobará el anclaje, seguridad y estado de los mangos.

Se prohíbe la utilización de herramientas para trabajos no adecuados a las mismas.

Es obligatoria la utilización de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.

4.10.3 HERRAMIENTAS PUNZANTES

Periódicamente se eliminarán las rebabas de las cabezas y filos de corte de herramientas como cinceles y similares y se revisaran los filos de corte.

Durante las operaciones de golpeo en las cabezas, la herramienta y el material deberán quedar adecuadamente fijados.

La calidad del material será la adecuada para la tarea a realizar.

Las herramientas se revisarán periódicamente respecto a su estado y mantenimiento desechándose las que presente rajaduras o fisuras.

Las herramientas serán tratadas con el cuidado que su correcta manipulación exige.

Las herramientas no se lanzarán, sino que se entregarán en la mano.

No cincelar, taladrar, marcar, etc. hacia uno mismo ni hacia otras personas, deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.

No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.

La longitud del vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.



No se moverá la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.

Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Utilizar protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido.

Los equipos de protección de individual de los que deberán hacer uso los operarios y en función del riesgo serán:

- Casco de seguridad.
- Gafas de protección antipartículas.
- Pantallas faciales de rejilla.
- Pantallas faciales de policarbonato.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

5. VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS PREVISTAS

De acuerdo a la probabilidad de aparición de los riesgos que se prevén y de la importancia que las medidas a adoptar suponen para la protección de los trabajadores, podemos valorar las medidas preventivas y las protecciones técnicas previstas, así como las recomendaciones para su gestión, conforme al siguiente cuadro:



GESTIÓN DE ACCIONES		CONSIDERACIÓN DE LAS MEDIDAS A ADOPTAR		
		<i>Ligeramente importantes</i>	<i>Importantes</i>	<i>Extremadamente importantes</i>
PROBABILIDAD APARICIÓN RIESGOS	<i>Baja (B)</i>	<i>Triviales</i>	<i>Fundamentales</i>	<i>Moderadas</i>
	<i>Media (M)</i>	<i>Fundamentales</i>	<i>Moderadas</i>	<i>Importantes</i>
	<i>Alta (A)</i>	<i>Moderadas</i>	<i>Importantes</i>	<i>Imprescindibles</i>

Esta evaluación de daños debe ser dinámica, revisando la evaluación inicial cuando así lo establezca una disposición específica o cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o bien cuando las actividades de prevención resulten inadecuadas o insuficientes.

Dependiendo de dicha valoración se procederá de una manera u otra, emprendiendo las acciones que se estimen oportunas para, en su caso, disminuir o, incluso, eliminar el riesgo.

Seguidamente se sintetizan las acciones a emprender según la valoración establecida:



RESULTADO DE EVALUACIÓN	ACCIÓN A EMPRENDER
<i>Triviales</i>	<i>No requieren acción inmediata específica</i>
<i>Fundamentales</i>	<i>No es preciso mejorar la acción preventiva, aunque se deben considerar mejoras que no supongan una carga económica importante; se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.</i>
<i>Moderadas</i>	<i>Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas previstas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.</i>
<i>Moderadas</i>	<i>Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas previstas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.</i>
<i>Importantes</i>	<i>No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo; es posible que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. En caso de riesgo sobrevenido, deberán tomarse las medidas oportunas en un tiempo inferior al de los riesgos moderados</i>
<i>Imprescindibles</i>	<i>No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si esto no es posible, deberá prohibirse el trabajo.</i>

En el presente Estudio se establecen las normas a adoptar y las medidas preventivas necesarias para reducir los riesgos a niveles fundamentales, valorando los medios humanos y materiales necesarios para tal fin.

A continuación se procede a una evaluación general de las actuaciones previstas en el presente Proyecto Constructivo, señalándose que su análisis no exime al Contratista de la obligatoriedad de realizar, en el Plan de Seguridad y Salud, una “evaluación de riesgos” en base a la cual se planificará la actividad preventiva,



debiendo ser llevada a cabo, en caso de obras civiles, por un Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales.

6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Dado el volumen de trabajadores previsto, es necesario aplicar una visión global de los problemas que plantea el movimiento concentrado y simultáneo de personas dentro de ámbitos cerrados en los que se deben desarrollar actividades cotidianas, que exigen cierta intimidad o relación con otras personas. Estas circunstancias condicionan su diseño.

Los problemas planteados quedan resueltos según los planos de ubicación y plantas de estas instalaciones, que contiene este estudio de seguridad y salud.

Al diseñarlas se ha intentado dar un tratamiento uniforme, procurando evitar las prácticas que facilitan la dispersión de los trabajadores por toda la obra. Con el consiguiente desorden y aumento de los riesgos de difícil control, falta de limpieza de la obra en general y aseo deficiente de las personas.

6.1. COMEDORES

Los trabajadores se alojarán en el interior de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico. Dispondrá de iluminación natural y artificial adecuada, ventilación suficiente y estará dotado de mesas, asientos, pilas para lavar la vajilla, agua potable, caliente comidas y cubos con tapa para depositar los desperdicios. En invierno estará dotado de calefacción.

6.2. VESTUARIOS Y SERVICIOS

Los trabajadores se alojarán en el interior de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

La zona de vestuario estará provista de una taquilla para cada trabajador, provista de cerradura y de asientos y perchas. La zona de servicios contará con inodoros en cabina individual, duchas en cabina individual, con agua caliente, lavabos, con espejo, jabón y agua caliente, jaboneras, portarrollos, toalleros y toallas. Ambas zonas contarán con calefacción en invierno.



6.3. BOTIQUÍN

Se ha previsto la instalación de un módulo metálico prefabricado, comercializado en chapa emparedada con aislante térmico y acústico, con iluminación natural y artificial adecuada, y contará con una mesa camilla, lavabo con agua caliente y armario donde se colocarán todos aquellos materiales y elementos necesarios para tratar a un posible accidentado.

7. SEÑALIZACIÓN GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD

Es necesario establecer en este Centro de Trabajo un sistema de señalización de Seguridad y Salud a efecto de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos que tengan importancia desde el punto de vista de la Seguridad.

Deberán señalizar las obras de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997, BOE del 23, "Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo".

7.1 ACCESOS A LA OBRA

En los accesos de la obra se requerirán las siguientes señales:

- Uso obligatorio de casco.
- Prohibición de entrada a personas ajenas a la obra.
- Entrada y salida para maquinaria.

7.2 CIRCULACIÓN POR EL INTERIOR DE LA OBRA

En las circulaciones interiores se requerirán las siguientes señales:

- Peligro cargas suspendidas.
- Peligro maniobra de camiones.
- Situación de botiquín.



- Situación de instalaciones de bienestar e higiene.
- Entrada obligatoria a zona de trabajo.
- Tablón de anuncios.

7.3. CIRCULACIONES VERTICALES

En las circulaciones verticales se requerirán las siguientes señales:

- Código de señales- maquinista.
- Obligación de observar medidas de seguridad.

7.4. LUGARES DE TRABAJO (TAJOS)

En los lugares de trabajo se requerirán:

- Balizamiento en desniveles inferiores a 2 m.
- Obligación de utilización casco.
- Acotación de la zona de trabajo.

8. EJECUCIÓN DEL TÚNEL

8.1 DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD (D.I.S.) EN EL TÚNEL

8.1.1. MEDIDAS GENERALES DE INTERIOR

La primera tarea, después del arranque de la rozadora, será el reconocimiento del frente para proceder posteriormente al saneo. Con anterioridad habremos ventilado y regado el escombro.

El saneo de techo y hastiales se hará con orden y sin apresuramiento, con una barra de longitud adecuada para que el operario esté en una zona segura o, al menos, lo más alejado posible del punto de saneo y nunca habrá una persona sola en dicho punto.

Se verificará periódicamente que la ventilación es la suficiente, tomándose muestras de monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. (ITC. 04.7.02)



Cuando se pare la ventilación en períodos cortos de inactividad, como fines de semana, festivos, etc., se cumplirán las condiciones siguientes:

- Prohibición de presencia de personal en el interior
- La responsabilidad de la correcta instalación y funcionamiento de la ventilación corresponde a los responsables directos de la labor
- Cuando se pare la ventilación, por motivos de instalaciones, se apagarán los motores de las máquinas

Se utilizará el material de seguridad personal adecuado: cascos, botas, guantes, protectores contra el ruido y el polvo.

Se emplearán señales para advertir de la necesidad de las protecciones en los lugares de trabajo.

Se iluminará adecuadamente al tajo de trabajo y se limpiarán los pisos de escombros u otros materiales.

Se comprobará que el estado de las líneas eléctricas, tuberías de aire comprimido y agua, es el adecuado, y que están bien sujetas a los hastiales en los tramos de acceso. Se dispondrá de toma de tierra, combinada con dispositivos de corte y aviso en las máquinas eléctricas.

Se mantendrán limpias las cunetas de desagüe y se colocarán ordenadamente los materiales necesarios para los trabajos de sostenimiento.

8.2. ANÁLISIS DE RIESGOS

8.2.1. RIESGOS A LOS QUE ESTA SOMETIDO

Atendiendo a los criterios que a continuación se detallan, se elaborarán las distintas hipótesis de accidentalidad que afectan a la obra:

8.2.1.1. RIESGOS NATURALES

Son aquellos inherentes a los fenómenos de la naturaleza, tales como inundaciones, desprendimientos, tormentas eléctricas, etc.



8.2.1.2. RIESGOS TECNOLÓGICOS

Son aquellos derivados de las instalaciones, maquinaria, estructuras y de las actividades desarrolladas, referido todo ello, tanto al interior como al exterior del túnel.

8.2.1.3. RIESGOS SOCIALES

Son aquellos derivados del intrusismo, sabotaje, amenaza de bomba, etc. Según la gravedad de éstos los clasificaremos en:

- EMERGENCIA PUNTUAL. ALARMA. Accidente o incidente que puede ser controlado fácilmente por el personal y por medios pertenecientes a la obra
- EMERGENCIA SECTORIAL. Es necesario la intervención de los equipos especiales de la obra, afectando sólo a una zona de la misma
- EMERGENCIA GENERAL. Requiere de participación externa para el control de la emergencia.

8.2.2. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

De los distintos riesgos identificados, pasamos a evaluar aquéllos que son más significativos.

8.2.2.1. INCENDIOS EN EL INTERIOR DEL TÚNEL

En el interior del túnel las posibles causas de fuego son eléctricas (por la manipulación de cuadros eléctricos), por el soplete oxiacetilénico y envases a presión o causado por la diversa maquinaria existente en obra.

Para la extinción de un incendio con aparato eléctrico (cuadros eléctricos, transformadores, ventiladores) se utilizarán siempre los extintores de polvo polivalentes que la obra dispone en diversos puntos considerados estratégicos, y bajo ningún concepto se usará agua.

En caso de explosión por las botellas de gases se procederá a desalojar la zona y una vez desalojada se avisará al servicio de bomberos. Si se dispone de agua y la fuga es en una sola de las botellas, se enfriará hasta la llegada de los bomberos.



8.2.2.2. DESPRENDIMIENTOS EN EL TÚNEL

Debido a la presencia de cuñas o bloques inestables, también pueden venir motivados por la presencia de accidentes geológicos de gran magnitud, como fallas, cuyo control se escapa al sistema de sostenimiento previsto. Forma de actuación:

1. Anunciar la evacuación de la zona al oír la alarma general o el aviso del responsable de tajo o jefe de equipo. Antes habrán preparado la misma, comprobando que las vías de evacuación se encuentran expeditas.
2. Dirigir el flujo de trabajadores hacia las vías de evacuación.
3. Comprobar que no quedan rezagados una vez evacuada su zona.
4. Comprobar ausencias en el punto de reunión una vez que se haya realizado la evacuación

8.2.2.3. INUNDACIÓN DEL TÚNEL

La presencia de agua aumenta el riesgo de accidentes asociados a riesgos eléctricos; también disminuye la calidad del ambiente de trabajo, y afecta negativamente a la estabilidad del terreno.

El problema más común es el riesgo de inundaciones o avenidas al atravesar zonas con acuíferos.

El agua que está en el túnel lleva normalmente partículas en suspensión que, pasado un tiempo, pueden dar lugar a lodos y fangos, por lo que se dispondrá de bombas de lodos para la extracción de éstos si fuera preciso.

Se dispondrá de bombas de achique, así como pozos de bombas con una evacuación de caudal adecuada a las previsiones de obra.

Si la inundación sobrepasa la capacidad de achique de los medios instalados se utilizará como medios auxiliares la tubería de aire comprimido.



8.3 NORMAS GENERALES DE PREVENCIÓN

8.3.1. IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE EMERGENCIA

Se efectuarán reuniones informativas con el personal de obra en las que se explicará el Plan de Emergencia. En dichas reuniones se entregará a cada trabajador una hoja resumen o folleto con las consignas generales de autoprotección. Las consignas se referirán al menos a:

- Las precauciones a adoptar para evitar las causas que pueden originar una emergencia.
- La manera en que se debe informar en caso de emergencia.
- La forma en que se les transmitirá la alarma en caso de emergencia.
- Las personas designadas por la empresa para llevar a cabo las labores recibirán la formación y adiestramiento necesarios. Además los trabajadores de la empresa deberán ser formados e informados sobre el manejo y uso de los extintores portátiles.

Se dispondrá de carteles con consignas y teléfonos de interés ante situaciones de riesgo para informar a los trabajadores y visitantes de la empresa sobre las actuaciones a seguir en caso de incendio.

8.3.2. EQUIPOS ELÉCTRICOS

Se verificará periódicamente las instalaciones. En lugares de trabajo con riesgo de incendio o explosión está previsto que se realice por medio de una empresa autorizada.

No se manipularán instalaciones eléctricas, por personal no autorizado y se evitará en la medida de lo posible el tender cables eléctricos por el suelo. Se comprobará que en las zonas de trabajo no queden conectados equipos eléctricos que no deben seguir funcionando.



El material eléctrico utilizado en las instalaciones tiene los IP (índices de protección) adecuados a las zonas en las que se instalan.

8.3.3. ORDEN DE LIMPIEZA

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias y en orden. Se debe asegurar la recogida de basuras y desperdicios que se pudieran generar haciendo hincapié en las dependencias de vestuarios.

Se debe mantener las vías de evacuación libres de obstáculos y evitar el almacenamiento de productos combustibles junto a otros de tipo cáustico o abrasivo. Se evitará la acumulación de productos inflamables alejándolos de toda fuente de calor.

Por último, habrá que tener en cuenta que las personas que realizan trabajos con soldadura deberán mantener las normas de seguridad que rigen para este tipo de equipos.

8.3.4. NORMAS BÁSICAS DE EVACUACIÓN

- Abandone todo lo que está haciendo.
- Atender las indicaciones de los responsables.
- Circular en orden, siempre en fila y arrimado a las paredes.
- No intentar recuperar objetos personales.
- Si se encuentra rodeado de humo, gatee.

8.4. NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN

8.4.1. MEDIOS AUXILIARES PROPIOS

En la fase de la ejecución se contará con:

8.4.1.1 EXTINTORES

En la proximidad de los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio y colocados en sitios perfectamente visibles y de fácil acceso, se dispondrán



extintores portátiles, de polvo seco, o anhídrido carbónico, según convenga a la posible causa determinante del fuego a extinguir.

Cuando se empleen distintos tipos de extintores, serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deben emplearse.

Los extintores serán revisados periódicamente y cargados, por los fabricantes, inmediatamente después de usarlos. Esta tarea será realizada por empresas autorizadas.

Los extintores se ubicarán en cada una de las máquinas que circulan por el túnel, en caso de no disponer éstas de un sistema de extinción propio. Igualmente se tienen colocados en los cuadros de fuerza, en los talleres y en las oficinas. Si avanzada la obra se considera necesario la colocación en el interior del túnel, se colocarán en lugares adecuados y de fácil acceso.

8.4.1.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

A lo largo de todo el recorrido del túnel se establecerá alumbrado de emergencia en los hastiales cada 20 metros, alimentados por bloques autónomos por medio de la red y de activación automática ante la falta de fluido eléctrico en el suministro.

8.4.1.3. TELEFONÍA

Las comunicaciones desde el interior del túnel con las oficinas se realizan mediante equipos de telefonía para túneles (Genéfonos).

Los encargados generales tanto de exteriores como de túnel disponen de telefonía móvil con cobertura.

Se dispone de carteles colocados por diversos puntos de la obra con los teléfonos de los distintos servicios de urgencias.

8.4.1.4. PRIMEROS AUXILIOS

Para una evacuación del personal se dispone de varias camillas en las instalaciones de una de las bocas del túnel y una en la zona de talleres (camillas para transporte ligero).



Se dispone de varios botiquines repartidos por vestuarios, oficinas y el taller. Si avanzada la obra se considera necesario la colocación en el interior del túnel, se colocarán en un lugar protegido y de fácil acceso.

La señalización de los diversos equipos se realizará por medio de los letreros normalizados de acuerdo al Real Decreto 485/1997 (Señales normalizadas de material fluorescente).

8.4.1.5 VEHÍCULOS

Se dispondrá de vehículos con capacidad para poder acceder al frente de trabajo, y si hiciese falta, se utilizarán los vehículos especiales de obra, como palas cargadoras, jumbos, etc.

8.4.2. RELACIONES CON SERVICIOS EXTERNES

8.4.2.1. CENTROS ASISTENCIALES

Para la evacuación de heridos por accidente de trabajo se tendrá conocimiento de los hospitales y centros asistenciales más cercanos a la zona de la obra.

8.4.2.2. BOMBEROS

Se dará conocimiento a la corporación de bomberos de la zona de la existencia de la obra, su duración e interferencias.

8.4.2.3. PROTECCIÓN CIVIL

Se dará conocimiento a Protección Civil de la existencia de la obra, su duración e interferencias. Se pedirán sugerencias en cuanto a posibles situaciones de emergencia para facilitar su tarea y accesos.

8.4.2.4. PLAN DE FORMACIÓN

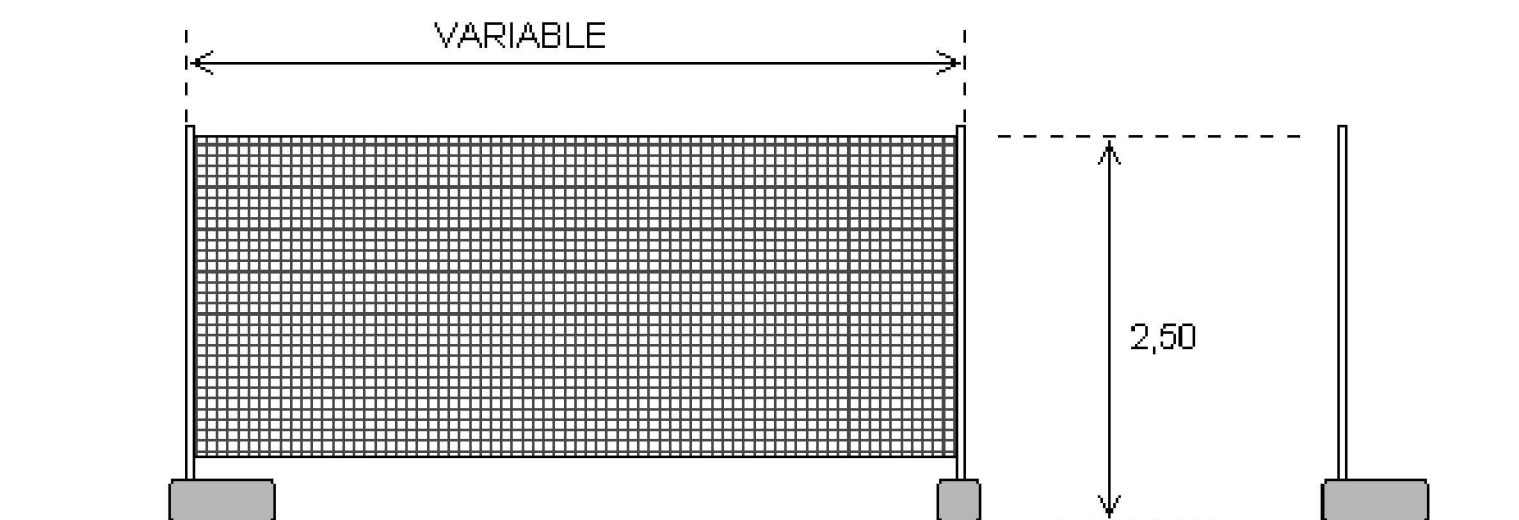
Se realizarán reuniones informativas a las que asistirán todos los componentes de los diferentes Equipos de Autoprotección y Emergencia, en las que se les entregará el procedimiento del plan de Emergencia correspondiente, y se comentarán especialmente algunos puntos del mismo:



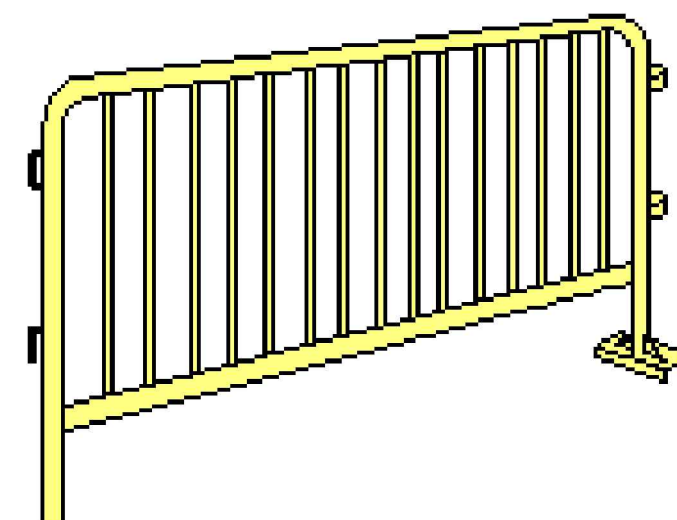
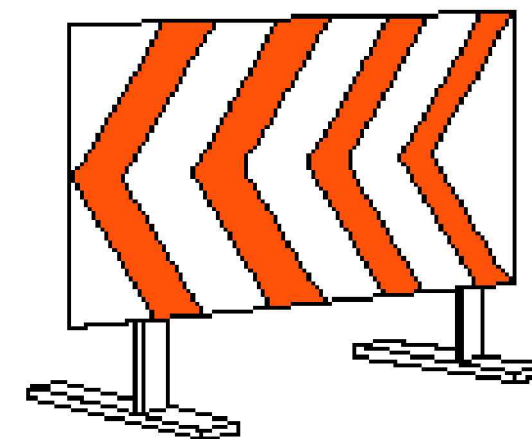
- Precauciones a adoptar para evitar las causas que puedan originar una emergencia.
- Forma en la que se debe informar cuando detecten una emergencia.
- Forma en que se transmita la alarma en caso de emergencia.

Se programará un curso de formación y adiestramiento para los equipos de emergencia y se dispondrán carteles con consignas para informar al personal sobre actuaciones de prevención de riesgos y comportamiento a seguir en caso de emergencia.

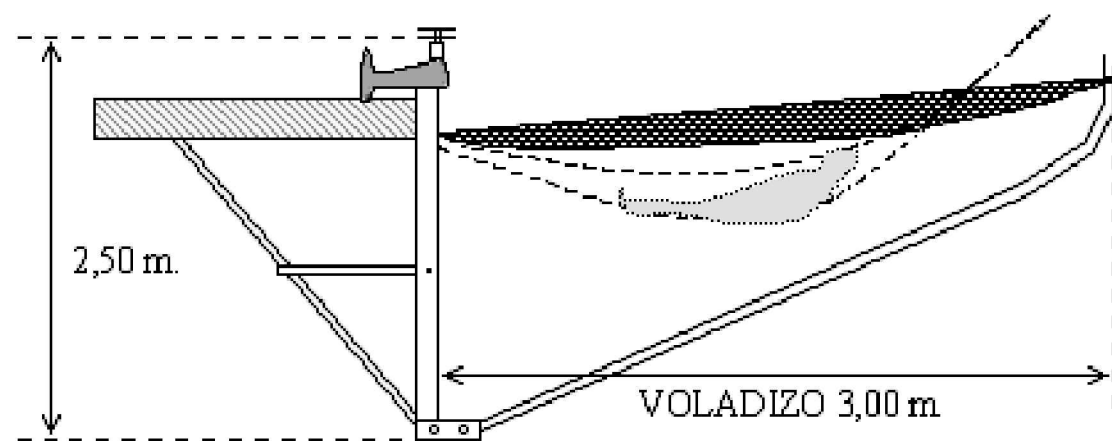
Se dará a conocer, y como así lo estipula el Documento de Seguridad y Salud de la obra, la obligación de utilizar los equipos de protección personal y colectivos previstos y las medidas a tener en cuenta respecto a instalaciones eléctricas, de agua, de aire comprimido, de ventilación, desplazamiento por el interior del túnel, trabajos de perforación, desescombro, bulonado, gunitado, colocación de cerchas y revestimiento del túnel.



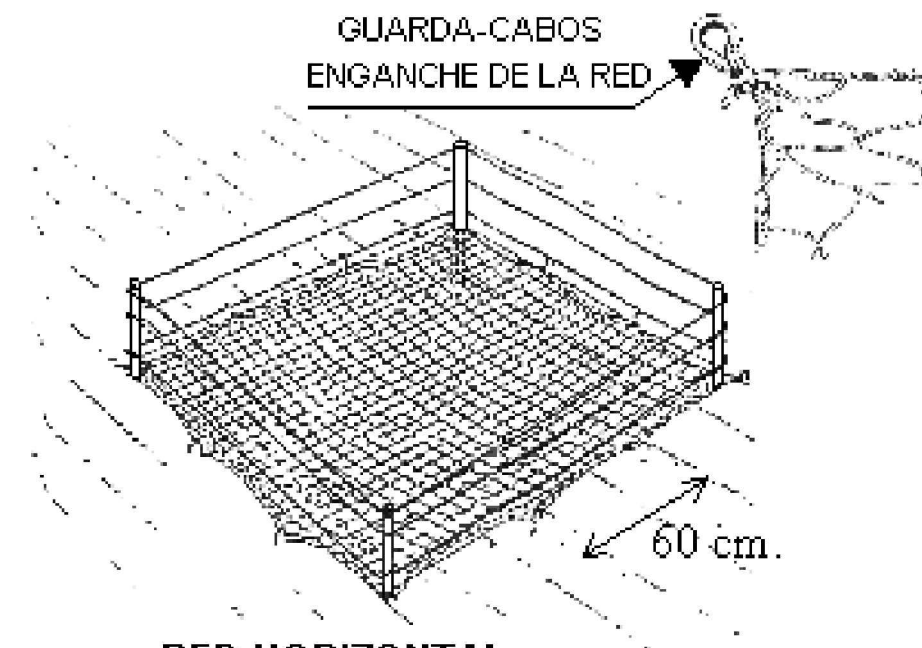
VALLA DE DELIMITACIÓN Y CERRAMIENTO DE LA OBRA (Tipo)



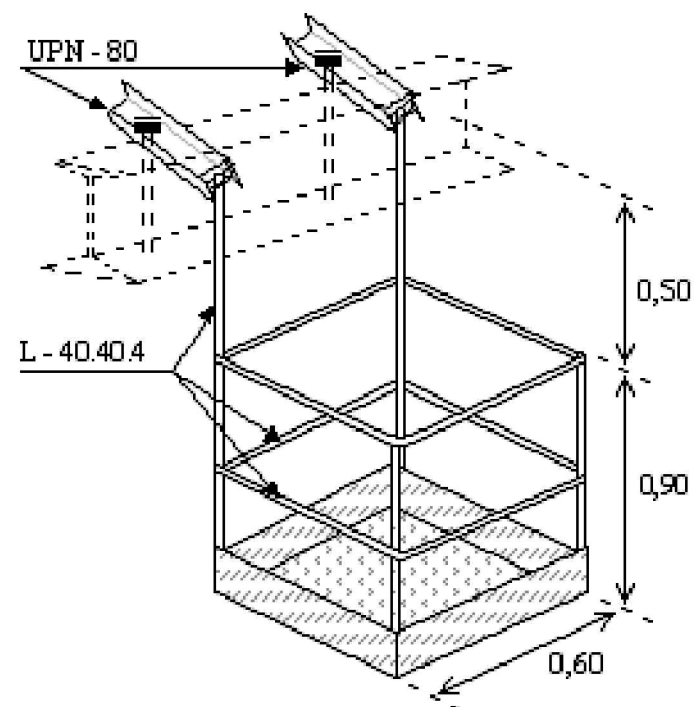
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		1



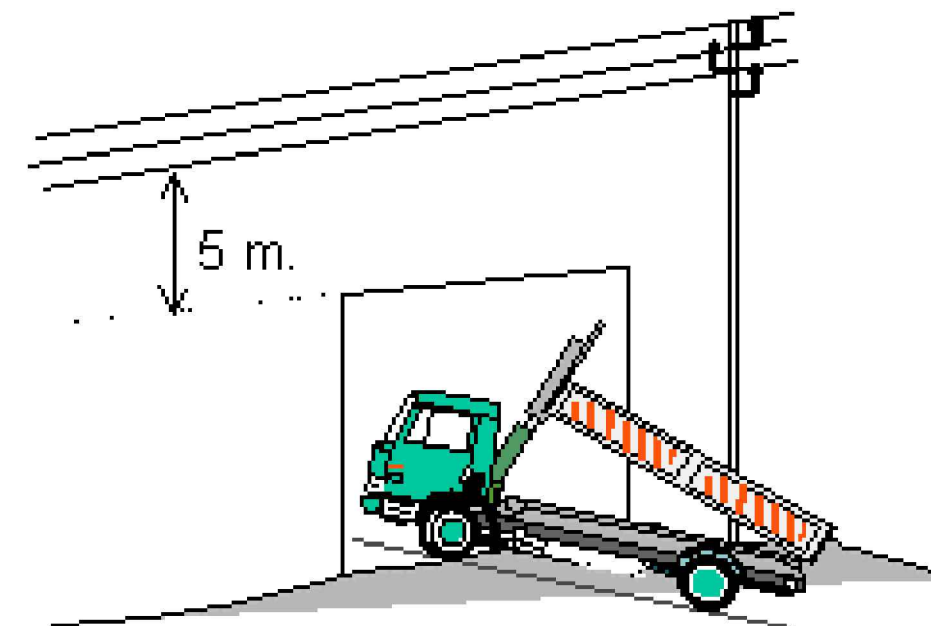
**CROQUIS DE RED DE BANDEJA
CON JABALCÓN**



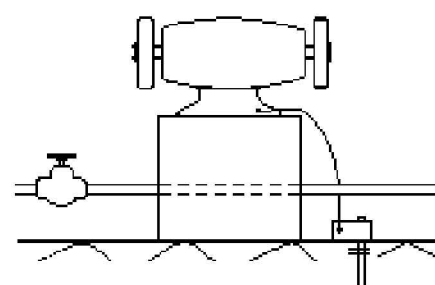
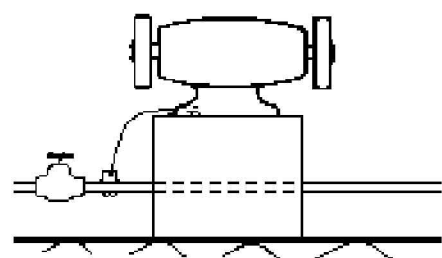
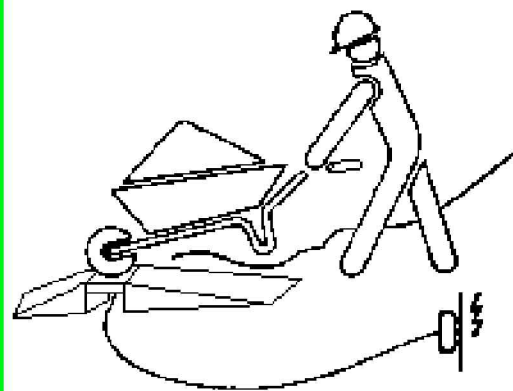
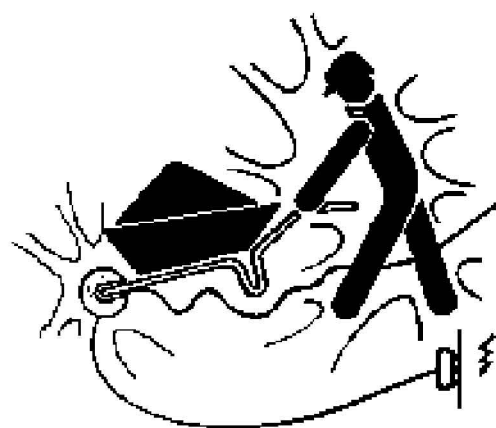
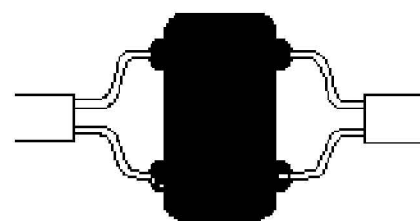
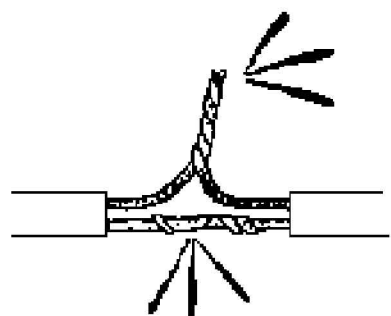
RED HORIZONTAL



JAULA DE SOLDADOR

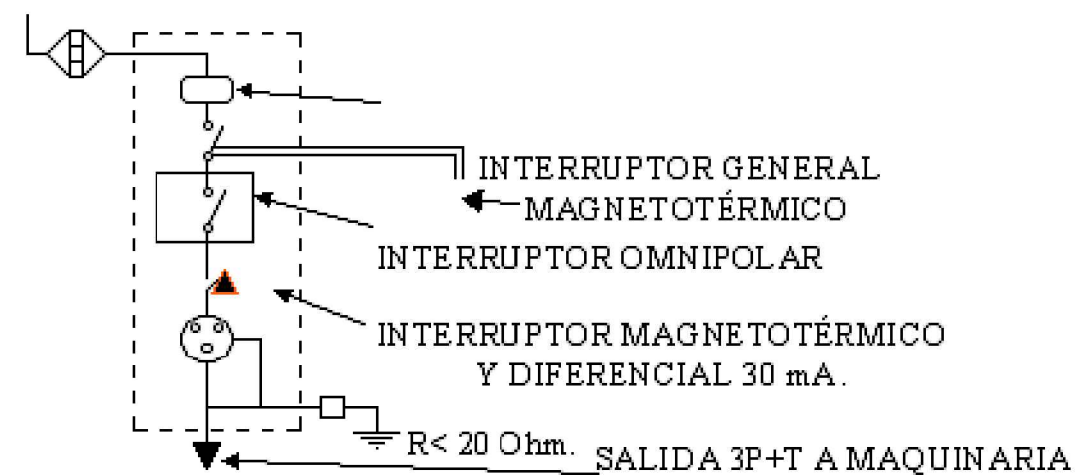
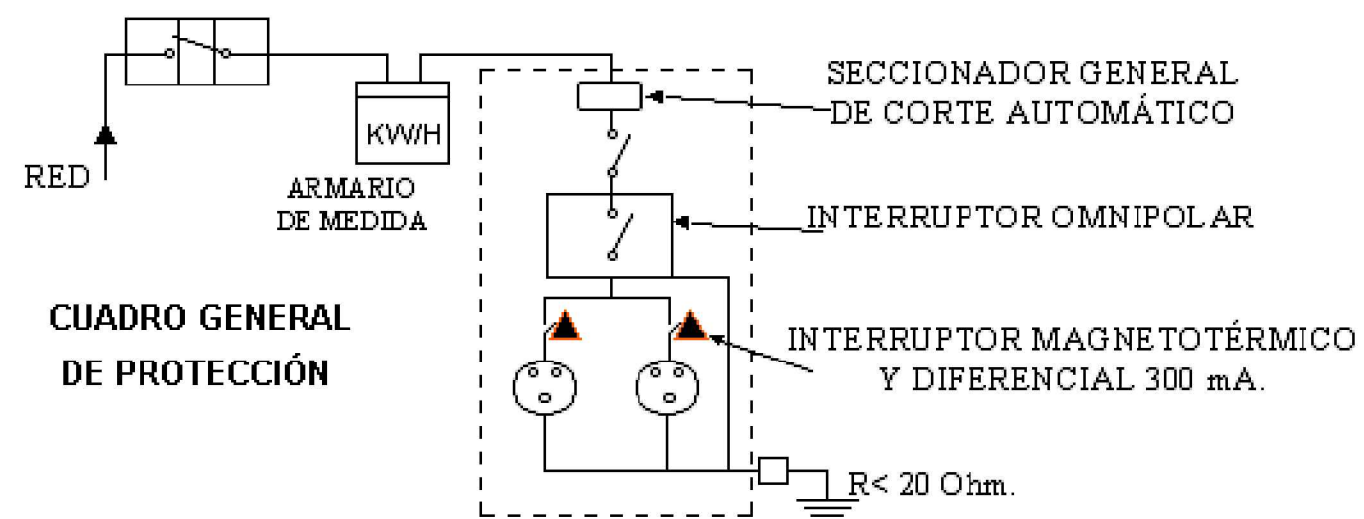


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		2



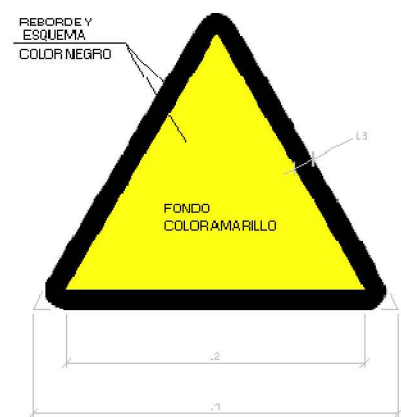
NO

SI



**CUADRO SECUNDARIO
PARA ALIMENTACIÓN ÚNICA**
(SIERRA, VIBRADOR, MAQUINILLO, ETC.)

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gomez Rios	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		3



DIMENSIONES EN mm		
L 1	L 2	L 3
594	492	30
420	348	21
297	248	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5



MATERIAS INFLAMABLES



MATERIAS EXPLOSIVAS



MATERIAS TÓXICAS



MATERIAS CORROSIVAS



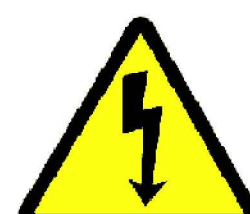
MATERIAS RADIATIVAS



CARGAS SUSPENDIDAS



VEHÍCULOS DE
MANUTENCIÓN



RIESGO ELÉCTRICO



PELIGRO GENERAL



RADIACIONES LÁSER



MATERIAS COMBURENTES



RADIACIONES NO
IONIZANTES



CAMPO MAGNÉTICO
INTENSO



RIESGO DE TROPEZAR



CAIDAS A DISTINTO NIVEL



RIESGO BIOLÓGICO

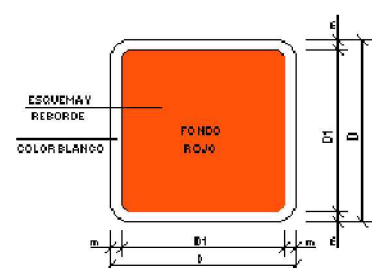


BAJAS TEMPERATURAS

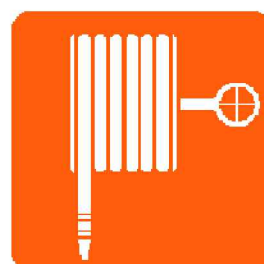


MATERIAS NOCIVAS O
IRRITANTES

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gomez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		4



DIMENSIONES EN mm		
D	D 1	M
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



MANGUERA PARA INCENDIOS



ESCALERA DE MANO



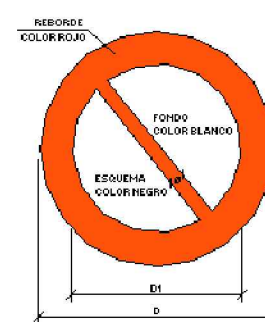
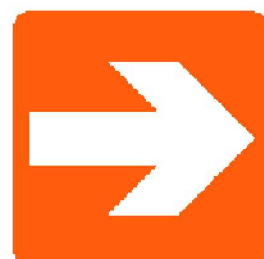
EXTINTOR



TELÉFONO PARA LA LUCHA CONTRA INCENDIOS



DIRECCIÓN QUE DEBE SEGUIRSE
(SEÑAL INDICATIVA ADICIONAL A LAS ANTERIORES)



DIMENSIONES EN mm		
D	D 1	Ø
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO



PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES



PROHIBIDO APAGAR CON AGUA



AGUA NO POTABLE



ENTRADA PROHIBIDA A PERSONAS NO AUTORIZADAS

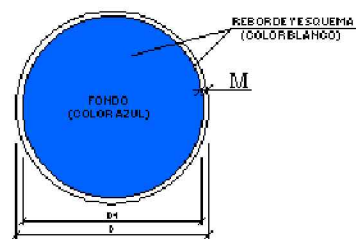


PROHIBIDO A LOS VEHÍCULOS DE MANUTENCIÓN



NO TOCAR

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Ríos	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		5



DIMENSIONES EN mm		
D	D 1	M
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



OBLIGACIÓN GENERAL
(ACOMPANADA, SI
PROCEDE, DE SEÑAL
ADICIONAL)



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LA VISTA



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LA CABEZA



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DEL OIDO



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LAS VÍAS
RESPIRATORIAS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LOS PIES



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LAS MANOS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DEL CUERPO



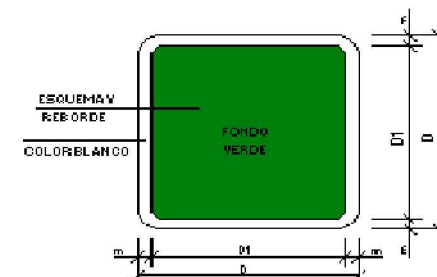
PROTECCIÓN OBLIGATORIA
DE LA CARA



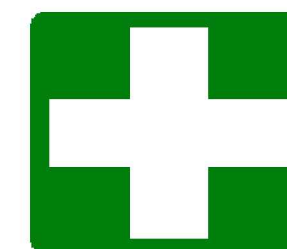
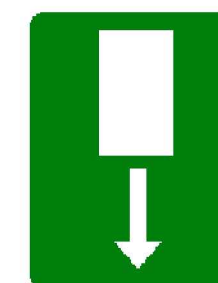
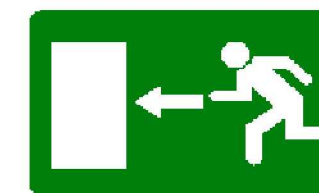
PROTECCIÓN INDIVIDUAL
OBLIGATORIA CONTRA
CAÍDAS



VÍA OBLIGATORIA PARA
PEATONES







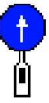


DIMENSIONES EN mm		
D	D 1	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



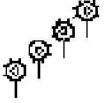



PRIMEROS AUXILIOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Rios	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		6

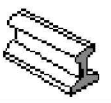

ELEMENTOS LUMINOSOS

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TL-1		SEMAFORO (TRICOLOR)
TL-2		LUZ AMBAR INTERMITENTE
TL-3		LUZ AMBAR ALTERNATIVAMENTE INTERMITENTE
TL-4		TRIPLE LUZ AMBAR INTERMITENTE
TL-5		DISCO LUMINOSO MANUAL DE PASO PERMITIDO
TL-6		DISCO LUMINOSO MANUAL DE STOP O PASO PROHIBIDO
TL-7		LÍNEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS





ELEMENTOS LUMINOSOS

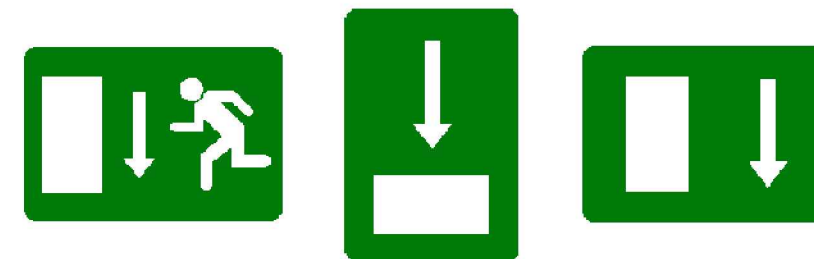
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TL-8		CASCADA LUMINOSA (LUZ APARENTEMENTE MOVIL)
TL-9		TUBO LUMINOSO (LUZ APARENTEMENTE MOVIL)
TL-10		LUZ AMARILLA FIJA
TL-11		LUZ ROJA FIJA

ELEMENTOS DE DEFENSA

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TD-1		BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PORTÁTIL
TD-2		BARRERA DE SEGURIDAD METÁLICA

SEÑALES DE INDICACIÓN

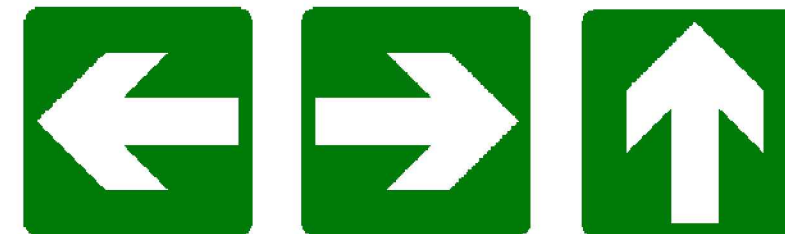
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TS-52		REDUCCIÓN DE UN CARRIL POR LA DERECHA (2 a 2)
TS-53		REDUCCIÓN DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 a 2)
TS-54		REDUCCIÓN DE UN CARRIL POR LA DERECHA (2 a 1)
TS-55		REDUCCIÓN DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 a 1)



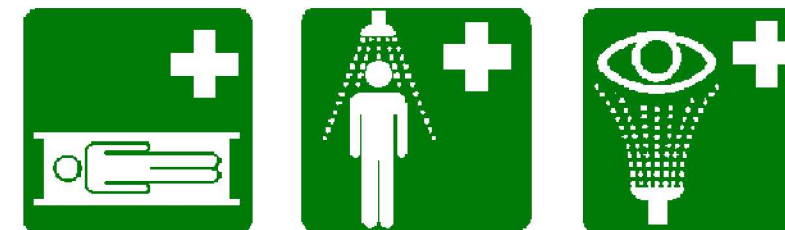
VÍA SALIDA DE SOCORRO



TELÉFONO DE SALVAMENTO



DIRECCIÓN QUE DEBE SEGUIRSE
(SEÑAL INDICATIVA ADICIONAL A LAS SIGUIENTES)



CAMILLA

DUCHA DE SEGURIDAD

LAVADO DE OJOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

TÍTULO: PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150

PLANO DE: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESCALA: SIN ESCALA

PLANO N°

FECHA: 09/08/2013

Fdo.: David Gomez Rios

7

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTES

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TB-1		PANEL DIRECCIONAL ALTO
TB-2		PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-3		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO
TB-4		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-5		PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRÁFICO
TB-6		CONO
TB-7		PIQUETE

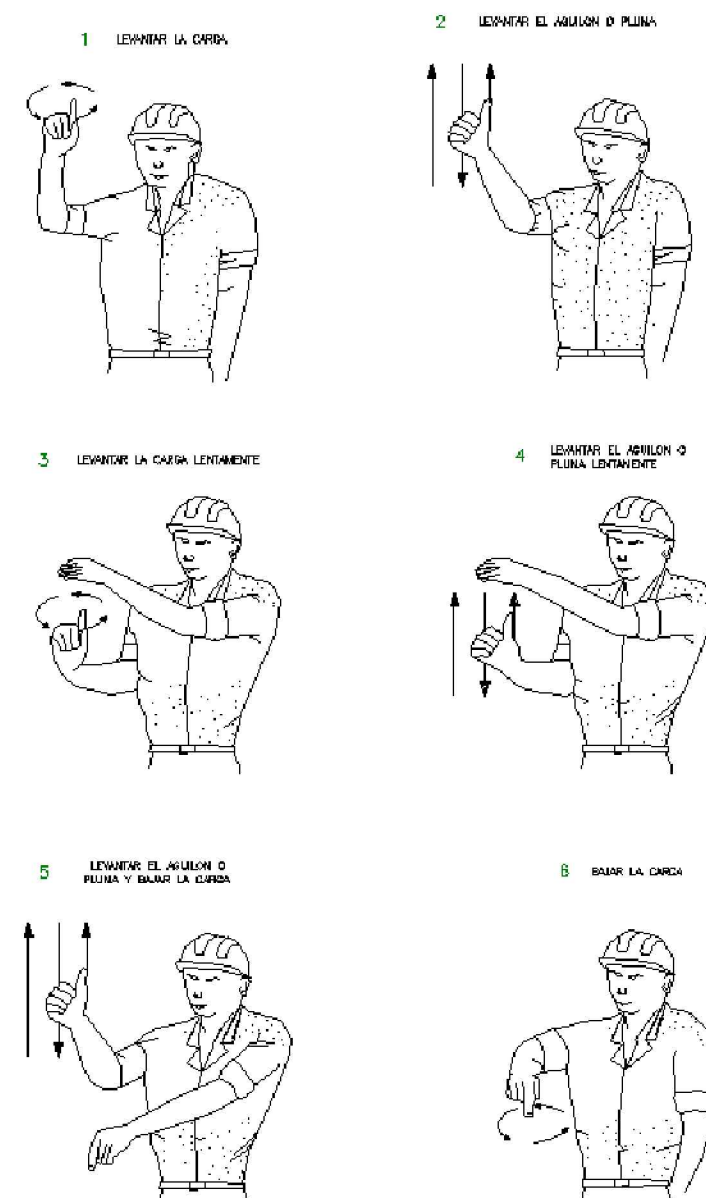
ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTES

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TB-8		BALIZA DE BORDE DERECHO
TB-9		BALIZA DE BORDE IZQUIERDO
TB-10		CAPTAFARO LADO DERECHO E IZQUIERDO
TB-11		HITO DE BORDE REFLEXIVO Y LUMINISCENTE
TB-12		MARCA VIAL NARANJA
TB-13		GUIRNALDA
TB-14		BASTIDOR MÓVIL

SEÑALES DE INDICACIÓN

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TS-60		DESUDIO DE UN CARRIL POR CALZADA OPUESTA
TS-61		DESUDIO DE UN CARRIL POR CALZADA OPUESTA MANTENIENDO OTRO POR LAS OBRAS
TS-62		DESUDIO DE DOS CARRILES POR CALZADA OPUESTA
TS-210		CARTEL OROQUIS

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

TÍTULO: PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150

PLANO DE: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESCALA: SIN ESCALA

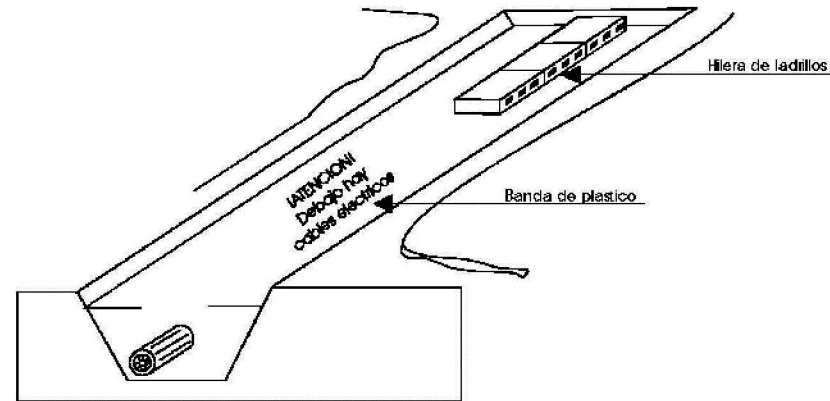
FECHA: 09/08/2013

Fdo.: David Gómez Ríos

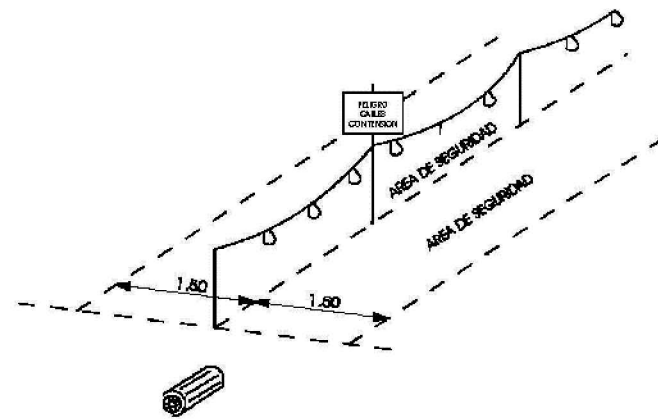
PLANO N°

8

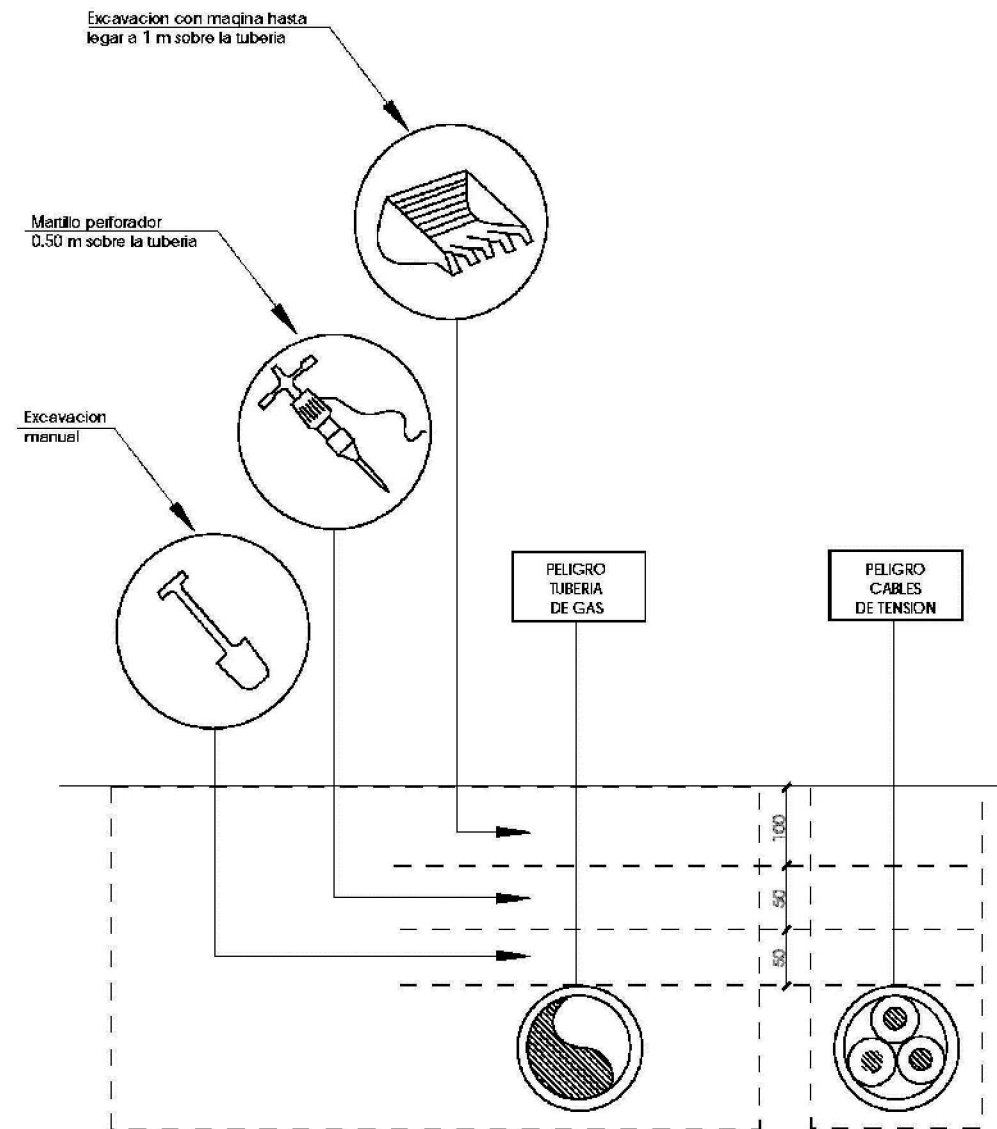
FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONDUCCIONES ELECTRICAS



SEÑALIZACION EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA AREAS DE SEGURIDAD



DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA			
TÍTULO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621 ENTRE EL PK-147 Y PK-150		
PLANO DE:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
ESCALA:	SIN ESCALA	Fdo.: David Gómez Rios	PLANO N°
FECHA:	09/08/2013		9



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	4
3. LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES	5
4. OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA	9
5. Obligaciones preventivas del contratista	11
6. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES	16
6.1 Generalidades	16
6.1.1. Emplazamiento, uso y permanencia en obra	16
6.1.2. Características técnicas	16
6.1.3 Condiciones de seguridad	17
6.1.4. Condiciones higiénicas, de confort y mantenimiento	17
6.1.5. Dotaciones	18
6.2 Locales y servicios de higiene y bienestar	19
6.2.1. Vestuarios y aseos	19
6.2.2 Duchas	19
6.2.3 Retretes	20
6.2.4. Comedores	21
6.3. Locales y servicios complementarios	21
7. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	23
7.1 Criterios de adquisición	26



7.2 Ropa de trabajo	28
7.3. Protección de la cara	29
7.4 Protección de la vista.....	30
7.4.1. Cristales de protección	31
7.5 Protección de los oídos.....	32
7.6. Protección de las extremidades inferiores	32
7.7. Protección de las extremidades superiores	33
7.8. Protección del aparato respiratorio	34
7.9. Protección de la cabeza.....	34
7.10. Protección personal contra la electricidad	35
8. CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.....	36
9. IMPUTACIÓN DE COSTES PREVENTIVOS.....	39
10. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL	42
10.1 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral.....	42
10.1.1. Accidente leve.....	42
10.1.2. Accidente grave	42
10.1.3. Accidente mortal	43
11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	43



1. INTRODUCCIÓN

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Particulares forma parte del Estudio de Seguridad y Salud del "PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE DE LA CA-181". Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este Pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición,



según corresponda. En estas circunstancias, el contenido normativo de este Pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la Memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

3. LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variados condición y rango, actualmente condicionadas por la situación de vigencias que deriva de la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, excepto en lo que se refiere a los reglamentos dictados en desarrollo directo de dicha Ley que, obviamente, están plenamente vigentes y condicionan o derogan, a su vez, otros textos normativos precedentes.

Con todo, el marco normativo vigente, propio de Prevención de Riesgos Laborales en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se concreta del modo siguiente:

- *Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/95.*
- *Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo)*
- *Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01-97)*
- *Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E. 01-05-98)*
- *Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M. de 27-06-97, B.O.E. 04- 07-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*



- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*
- *Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)*
- *Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril))*
- *Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)*
- *Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales*
- *Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.*
- *Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.*
- *Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los*



trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

- *Normativa sobre prevención de riesgos laborales en relación al amianto: Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (Orden Ministerial de 31-10-1984, B.O.E. 7-11-1984); Normas complementarias al Reglamento (Órdenes Ministeriales de 7-1-1987, B.O.E. 15-1-1987, y de 26-7-1993, B.O.E. 5-8-1993); Real Decreto 665/97 de protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (B.O.E. 24-5-1997), Real Decreto 396/06 que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto (B.O.E. 11-4-2006) - a partir de su entrada en vigor -, etc.*
- *Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:*
- *Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)*
- *Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.*
- *Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92)*
- *Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)*
- *Orden de 31 de octubre de 1984, (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo por amianto.*
- *Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.*
- *Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés, a saber:*
- *Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26-07-92)*
- *Real Decreto 474/1988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20-05-88)*



- *Real Decreto 1495/1986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) y Reales Decretos 590/1989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.*
- *O.M. de 07-04-88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG-SM1, del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15-04-88).*
- *Real Decreto 1435/1992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Máquinas (B.O.E. 11-12-92).*
- *Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.*
- ☐ *Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. 11-12-85) e instrucciones técnicas complementarias en lo que pueda quedar vigente.*
- ☐ *Decreto 2413/1973, d 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (B.O.E. 09-10-73) e Instrucciones técnicas complementarias.*
- *Decreto 3115/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68)*
- *Real Decreto 245/1989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-89) y Real Decreto 71/1992, por el que se amplía el ámbito de aplicación del anterior, así como Órdenes de desarrollo.*
- *Real Decreto 2114/1978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).*
- *Real Decreto 1389/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).*
- *Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.*
- *Normas de determinadas Comunidades Autónomas, vigentes en las obras en su territorio, que pueden servir de referencia para las obras realizadas en los territorios de otras comunidades. Destacan las relativas a los Andamios tubulares (p.ej.: Orden 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid), a las Grúas (p.ej.: Orden 2243/1997, sobre grúas torre desmontables, de 28 de julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid y Orden 7881/1988, de la misma, sobre el carné de Operador de grúas y normas complementarias por Orden 7219/1999, de 11 de octubre), etc.*



- *Diversas normas competenciales, reguladoras de procedimientos administrativos y registros que pueden resultar aplicables a la obra. Su consulta idónea puede verse facilitada por el coordinador de seguridad y salud de la obra.*

4. OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 39/1997, de los Servicios de Prevención, y en el Real Decreto 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde a Dirección General de Carreteras, en virtud de la delegación de funciones efectuada por el Secretario de Estado de Infraestructuras en los Jefes de las demarcaciones territoriales, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.

En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado Real Decreto 1627/1997. El Plan de Seguridad y Salud contendrá, como mínimo, una breve descripción de la obra y la relación de sus principales unidades y actividades a desarrollar, así como el programa de los trabajos con indicación de los trabajadores concurrentes en cada fase y la evaluación de los riesgos esperables en la obra. Además, específicamente, el Plan expresará resumidamente las medidas preventivas previstas en el presente Estudio que el contratista admita como válidas y suficientes para evitar o proteger los riesgos evaluados y presentará las alternativas a aquéllas que considere conveniente modificar, justificándolas técnicamente.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud.



El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia concreta a los mismos y desarrollarlos específicamente, de modo que aquéllos serán directamente aplicables a la obra, excepto en aquellas alternativas preventivas definidas y con los contenidos desarrollados en el Plan, una vez aprobado éste reglamentariamente.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este Estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario. En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artículo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este Estudio o en el Plan de Seguridad y Salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el Plan de Seguridad y Salud o en documentos jurídicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud de la



obra y, de manera particular, aquéllos que se refieran a incumplimientos de dicho Plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

5. OBLIGACIONES PREVENTIVAS DEL CONTRATISTA

Además de lo establecido en la C. 11 del PCAG, el empresario Contratista adjudicatario, como tal, deberá cumplir las exigencias establecidas con carácter general como de obligado cumplimiento para los empresarios en las disposiciones preventivas, tal como en las siguientes:

- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Modificada por la Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Administrativas, Fiscales y del Orden Social, por el RD Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social y por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.*
- *RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Modificado por el RD 780/1998, de 30 de abril.*
- *RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/95.*
- *Circular 1/02 de la Secretaría General de la Consejería de O.P., de 2 de enero de 2002, sobre procedimiento de gestión a desarrollar desde la adjudicación del contrato hasta el inicio de su ejecución (BOC de 14-03-2002).*

Además, el Contratista, para la obra de construcción objeto del presente Pliego, deberá realizar las actuaciones a que le obliga, tanto la legislación anterior como el RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, con el fin de armonizar en la obra, (donde también rige el RD 1627/97, basado en la coordinación y su control), las medidas preventivas de toda la empresa, (establecidas en la LPRL y los Reglamentos, basadas en la planificación preventiva) con las reglas sustantivas y técnicas sobre seguridad y salud de los trabajadores en obra.



En cualquier caso, el Contratista cumplirá las siguientes prescripciones en este ámbito, independientemente de que estén o no incluidas en el ESS o en el EBSS:

- Cumplirá de un modo efectivo la normativa de prevención de riesgos laborales de aplicación que establece el Artículo 1 de la LPRL.
- El Plan de Seguridad y Salud (PSS) a presentar por el empresario estará firmado, asumiendo su contenido, al menos, por:
 - o El Contratista o su Delegado.
 - o El Jefe de Obra.
 - o El técnico de seguridad de su Servicio de Prevención, propio o ajeno, que haya colaborado en su elaboración o, en su caso, sea su autor. (Este técnico de seguridad será, por un lado facultativo en ingeniería superior o media, y, por otro, competente en la construcción de la obra objeto del presente Proyecto, estando facultado para ejercer la función superior del RD 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención o acreditará la superación de curso con el programa mínimo de formación establecido en el Anexo 8 de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos laborales relativos a las obras de construcción del Instituto Oficial de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- Presentará al D.O. el PSS, elaborado de acuerdo a las disposiciones de aplicación, antes de veinticinco (25) días naturales a contar desde el siguiente a la fecha de comunicación de la adjudicación. Si en base a las indicaciones o informes del coordinador de S. y S. o, en su caso, del D.O., hubiera de ser modificado, lo será con la máxima urgencia de modo que la versión definitiva vuelva al D.O. antes de quince (15) días naturales a contar desde la firma del Contrato para que sea informado (en su caso, favorablemente) y tramitado para su aprobación. Todo ello de acuerdo a la Circular 1/02 de la Secretaría General de O.P. (BOC del 14-03-2002).
- Las labores y actividades a desarrollar en la ejecución de la obra se ceñirán en todo momento a la planificación preventiva establecida.
- No se comenzará actividad alguna cuyo procedimiento de ejecución no se ajuste a lo establecido en el citado PSS, siendo, por tanto, obligatorio que el Contratista planifique de manera específica, y a tiempo, todas y cada una de aquellas nuevas actividades que puedan ir surgiendo en el transcurso de las obras. Para ello deberá atenerse a lo establecido al respecto, tanto en el RD 1627/1997 como en la Circular 01/02 de la Secretaría General de O.P.
- Estas consideraciones se harán extensivas a los posibles cambios que se produzcan en los métodos y sistemas de ejecución de las actividades ya planificadas en el PSS vigente. En todo caso, estas



variaciones o alteraciones del PSS, sean en calidad de Modificación o Adecuación, deberán ser reglamentariamente aprobadas en la forma establecida con la debida antelación al comienzo de los trabajos en cuestión.

- El Contratista cumplirá escrupulosamente y con el debido rigor sus obligaciones preventivas en circunstancias de concurrencia de actividades establecidas en el Artículo 24 de la LPR y desarrolladas en el RD 171/2004, tanto con subcontratistas y trabajadores autónomos como con otros empresarios concurrentes (para cambio de servicios afectados, etc.)
- Asistirá a las Reuniones de Coordinación que convoque el coordinador de S. y S. (o en su caso, el D.O.), en las que se levantará el correspondiente acta recogiendo lo tratado, los acuerdos y compromisos alcanzados, y la firma de los asistentes, incorporándose al archivo de prevención de la obra.
- A través de su organización preventiva en la obra, que garantizará la presencia de sus recursos preventivos, exigirá y vigilará el cumplimiento del PSS por parte de todos y cada uno de sus subcontratistas y trabajadores autónomos, sean del nivel que sean, de acuerdo a lo establecido al efecto en los Artículos 15, 17 y 24.3 de la LPRL. Para ello entregará a cada subcontratista, con la antelación suficiente para su análisis, la parte del PSS que le atañe, para que, una vez estudiado, asista a la Reunión de Coordinación siguiente, además de cumplirlo en la ejecución. Asimismo, instará a los subcontratistas a transmitir el contenido del PSS a sus trabajadores, exigiendo el correspondiente Recibí, que pasará al archivo de documentación preventiva de la obra. Tal como se establece en la legislación, el contratista principal estará afectado por la responsabilidad solidaria derivada de incumplimientos de los subcontratistas.
- Informará y proporcionará las instrucciones adecuadas a sus trabajadores, a las empresas subcontratistas y a sus trabajadores autónomos, tanto de las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra como de lo tratado en las Reuniones de Coordinación.
- Mantendrá todas las medidas preventivas en correcto estado, teniendo en cuenta que es el responsable de la disposición y correcto uso y empleo de las mismas por los trabajadores en el momento adecuado, de forma que eviten los riesgos antes de que aparezcan. Por lo tanto, antes de comenzar cada actividad algún miembro de la organización preventiva del contratista en la obra comprobará que las medidas de seguridad están realmente dispuestas y preparadas para colocar. Siendo obligación del Contratista garantizar el estado, estabilidad y fiabilidad de las mismas.
- En relación a los equipos de protección individual, el Contratista es el responsable de que todos los trabajadores de la obra cuenten con todos los equipos indicados en el PSS o en las disposiciones de aplicación para cada



- tipo de actividad; de igual modo, es responsable no sólo de proporcionar los equipos de protección, sino también de que su utilización se realice adecuadamente.
- Sin perjuicio de lo establecido al efecto en el párrafo subcontratación del Artículo C704.104 del presente Pliego, el Contratista deberá informar al coordinador de seguridad y salud, con la debida antelación, la incorporación de todo contratista, subcontratista o trabajador autónomo a la obra.
 - Deberá comunicar al coordinador de seguridad y salud o, en su caso, al D.O., con carácter inmediato, todos los accidentes e incidentes ocurridos en la obra, independientemente de su gravedad, así como de los accidentes en blanco (sin baja). Después de la primera comunicación presentará informe completo al respecto, aportando asimismo la información generada, en su caso, por la intervención de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, el Gabinete de Seguridad y Salud y otras instituciones. La aportación documental anterior se hará igualmente cuando los organismos citados intervengan por cualquier otra causa preventiva, cualquiera que fuera ésta.

Presencia de recursos preventivos. Organización preventiva del Contratista en la obra

Para el adecuado cumplimiento de las obligaciones preventivas del contratista en el contexto del Artículo C704.101, más específicamente las relativas a la integración de la actividad preventiva (tal como establece el Artículo 1 del RD 39/97 y las reformas introducidas en la Ley 54/2003), la presencia de recursos preventivos en la obra (de acuerdo al nuevo Artículo 32 bis de la Ley 31/95 y a la nueva disposición adicional catorce de la misma) y la coordinación de actividades concurrentes (Artículo 24 de la Ley y RD 171/2004), el contratista dispondrá en obra el equipo y organización preventiva que aquí se establecen con carácter mínimo, que deberá ser concretado en el PSS.

Bajo la dependencia y máxima dirección del empresario o, en su caso, del Delegado del Contratista (que podrá en el PSS establecer las jerarquías, organización concreta y responsabilidades en la forma que considere oportuna según su propia organización empresarial, manteniendo las titulaciones y conocimientos aquí requeridos con carácter mínimo en cada puesto) serán nombrados:



- Facultativo Encargado o Responsable del cumplimiento de las obligaciones del empresario en la obra, que tendrá presencia continua en la obra para así poder vigilar el cumplimiento efectivo del PSS: El Delegado del Contratista o preferiblemente el Jefe de Obra (si no coinciden) para el tipo de obra que así lo requiera; en el resto de obras, mínimo Encargado General o similar.
- Técnico de Prevención, designado por la empresa para la presente obra, que deberá planificar las medidas preventivas, formar e informar a sus trabajadores, comunicar e investigar los accidentes e incidentes, estar en contacto con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, supervisar al resto del personal preventivo del Contratista, organizar y dirigir la coordinación preventiva con otras empresas concurrentes en la obra, y otras funciones de similar naturaleza.
- Trabajador Encargado de la seguridad en la obra, con las obligaciones de vigilar el cumplimiento de lo prescrito en el PSS en lo concerniente a las actividades realizadas por su empresa, así como de comprobar la aplicación de la normativa de prevención por el resto de subcontratistas y trabajadores autónomos. En función de la magnitud y dispersión de las actividades desarrolladas por la empresa, llegado el caso, se nombrará, en tajos que por su magnitud y complejidad lo demanden, a criterio del Contratista, un trabajador encargado por tajo.
- Trabajador Encargado de la equipación y el mantenimiento del estado de los Equipos de Protección Individual de todos los trabajadores.
- Trabajador Encargado de mantener actualizado y completo el archivo de seguridad y salud de su empresa en la obra.
- Trabajador Encargado de controlar el acceso de personas autorizadas a la obra y forma de desarrollar esta tarea, teniendo en cuenta, en su caso, la compatibilidad con el tráfico público y otras necesidades de uso de la carretera objeto de la obra.

Dependiendo de la magnitud de las actividades a desarrollar, según sea la obra, las figuras recogidas en los párrafos anteriores, a excepción de la del técnico de prevención, podrá recaer, incluso, en un trabajador. El establecimiento definitivo de esta organización se realizará en el PSS, y se tendrá en cuenta el RD 171/2004.

El Contratista está obligado a incorporar a su PSS, independientemente de lo que el ESS o el EBSS indique al respecto, la relación de personal que ejercerá estas funciones, así como su dedicación a las mismas, de acuerdo y en las condiciones mínimas establecidas en este Artículo. Antes del comienzo de la obra



comunicará al D.O. y al coordinador de S. y S. por escrito dicho personal, sin perjuicio de que durante la ejecución realice cambios justificados, que deberá también comunicar de la misma forma.

6. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES

6.1 GENERALIDADES

6.1.1. EMPLAZAMIENTO, USO Y PERMANENCIA EN OBRA

Los locales y servicios para higiene y bienestar de los trabajadores que vengan obligados por las disposiciones vigentes sobre la materia deberán ubicarse en la propia obra, serán para uso exclusivo del personal adscrito a la misma, se instalarán antes del comienzo de los trabajos y deberán permanecer en la obra hasta su total terminación.

De no ser posible situar de manera fija los referidos servicios desde el inicio de la obra, se admitirá modificar con posterioridad su emplazamiento y/o características en función del proceso de ejecución de la obra, siempre que se cumplan la prescripción anterior y las demás condiciones establecidas para los mismos en el presente Pliego.

Cualquier modificación de las características y/o emplazamiento de dichos locales que se plantee requerirá la modificación del Plan de Seguridad y Salud Laboral, así como su posterior informe y aprobación en los términos establecidos por las disposiciones vigentes.

Queda prohibido usar los locales de higiene y bienestar para usos distintos a los que están destinados.

6.1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Todos los locales y servicios de higiene y bienestar serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.



Sus estructuras deberán poseer estabilidad, estanqueidad y confort apropiados al tipo de utilización y estar debidamente protegidas contra incendios.

Las características técnicas que habrán de reunir los materiales, elementos, aparatos, instalaciones y unidades de obra constitutivas de los locales y servicios de higiene y bienestar, así como las condiciones para su aceptación o rechazo, serán las establecidas por las normas básicas y disposiciones de obligado cumplimiento promulgadas por la Administración, lo especificado en la legislación vigente y, en su defecto, las estipuladas por las Normas Tecnológicas de la Edificación. Se seguirán para su ejecución las prescripciones establecidas por las normas reseñadas.

6.1.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Para la ejecución de las distintas unidades que comprenden los locales y servicios de higiene y bienestar se observarán las mismas medidas de seguridad e higiene que las establecidas en el presente Pliego para unidades y partes de obra similares del proyecto de ejecución, disponiéndose a tal fin de iguales protecciones colectivas e individuales que las fijadas para las mismas.

6.1.4. CONDICIONES HIGIÉNICAS, DE CONFORT Y MANTENIMIENTO

Los suelos, paredes y techos de los retretes, lavabos, cuartos de vestuarios y salas de aseo serán continuos, lisos e impermeables y acabados en tonos claros de modo que permitan su fácil limpieza, lavado y pintura periódicos. Asimismo, estarán constituidos por materiales que permitan la aplicación de líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos, aparatos y mobiliario que formen parte de los locales de servicio de higiene y bienestar estarán en todo momento en perfecto estado de funcionamiento y aptos para su utilización.

Los locales y servicios deberán estar suficientemente ventilados e iluminados, en función del uso a que se destinan y dispondrán de aire sano y en cantidad adecuada.

Asimismo, su temperatura corresponderá a su uso específico.



Los cerramientos verticales y horizontales o inclinados de los locales reunirán las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

Los locales y servicios de higiene y bienestar deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo y salubridad, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias con la frecuencia requerida, así como las reparaciones y reposiciones precisas para su adecuado funcionamiento y conservación.

Se evacuarán o eliminarán los residuos y aguas fecales o sucias, bien directamente, por medio de conductos, o acumulándose en recipientes adecuados que reúnan las máximas condiciones higiénicas, hasta su posterior retirada.

No se permitirá sacar o trasegar agua para la bebida por medio de vasijas, barriles, cubos u otros recipientes abiertos o cubiertos provisionalmente.

Se indicará mediante carteles si el agua corriente es o no potable. No existirán conexiones entre el sistema de abastecimiento de agua potable y el de agua no potable, evitándose la contaminación por porosidad o por contacto.

Se dispondrá de bidones herméticos que reúnan las condiciones higiénicas adecuadas, en los que se verterán las basuras y desperdicios, recogiendo diariamente para que sean retirados por el servicio municipal.

6.1.5. DOTACIONES

En lo referente a la dotación de agua se estará a lo prescrito en el apartado correspondiente del presente Pliego.

Con independencia de que los locales estén dotados de ventilación e iluminación directa al exterior, dispondrán de iluminación artificial y de las tomas de corriente necesarias para que puedan ser utilizados para el fin a que se destinan.

Los locales y servicios de higiene y bienestar estarán dotados de los elementos, equipos, mobiliario e instalaciones necesarias para que puedan llevarse a cabo las funciones y usos a los que cada uno de ellos va destinado.

Deberán disponerse las instalaciones necesarias para que los trabajadores puedan preparar, calentar y consumir sus comidas en condiciones satisfactorias.



Los locales de higiene y bienestar contarán con un sistema de calefacción en invierno.

6.2 LOCALES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR

6.2.1. VESTUARIOS Y ASEOS

La superficie mínima de los vestuarios y aseos será la que corresponda legalmente.

Los vestuarios serán de fácil acceso y estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, para guardar la ropa, el calzado y los objetos personales. Se colocarán perchas suficientes para colgar la ropa de trabajo.

Los cuartos de vestuarios o los locales de aseo dispondrán de lavabos de agua corriente, provistos de jabón (uno por cada 10 trabajadores), y de espejos de dimensiones adecuadas (uno por cada 25 trabajadores).

Si las salas de ducha o de lavabos y los vestuarios estuviesen apartados, deberán estar próximos y la comunicación entre unas dependencias y otras debe ser fácil.

Se dotarán de toallas individuales o bien dispondrán de secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel y, en éste último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas.

A los trabajadores que desarrollen trabajos marcadamente sucios o manipulen sustancias tóxicas se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso.

Se mantendrán cuidadosamente limpios y serán barridos y regados diariamente con agua y productos desinfectantes y antisépticos. Una vez por semana, preferiblemente el sábado, se efectuará limpieza general.

6.2.2 DUCHAS

Se instalarán duchas de agua, fría y caliente, (una por cada 10 trabajadores), con las dimensiones suficientes para que cada trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene.

Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.



Estarán preferentemente situadas en los cuartos de vestuarios y de aseo o en locales próximos a ellos. Cuando las duchas no comuniquen con cuartos vestuarios y de aseo individuales, se instalarán colgaduras para la ropa mientras los trabajadores se duchan.

En los trabajos sucios o tóxicos se facilitarán los medios de limpieza y asepsia necesarios.

6.2.3 RETRETES

Existirán retretes con descarga automática de agua corriente y papel higiénico, (uno por cada 25 trabajadores).

Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada. Si comunican con cuartos de aseo o pasillos que tengan ventilación al exterior se podrá suprimir el techo de las cabinas.

No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas, dormitorios o cuartos vestuarios.

Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1,00 m. por 1,20 m. de superficie y 2,30 m. de altura, y dispondrán de una percha.

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en las debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones. Se limpiarán directamente con agua y desinfectantes, antisépticos y desodorantes y, semanalmente, con agua fuerte o similares.

Se cuidará que las aguas residuales se alejen de las fuentes de suministro de agua de consumo. Las aguas residuales se acometerán directamente a la red de alcantarillado existente en la zona.



6.2.4. COMEDORES

Estarán ubicados en lugares próximos a los de trabajo, pero separados de otros locales y de focos insalubres o molestos.

La altura mínima de suelo a techo será de 2,50 m. Dispondrán de agua potable para la limpieza de vajillas y utensilios.

Estarán provistos de mesas y asientos y dotados de vasos, platos y cubiertos para cada trabajador. Estarán provistos de fregaderos con agua corriente y de recipientes para depositar los desperdicios.

Cuando no exista cocina contigua, se instalarán hornillos o cualquiera otro sistema para que los trabajadores puedan calentar su comida.

Se mantendrán en buen estado de limpieza.

6.3. LOCALES Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

Los locales y servicios complementarios relativos a oficinas, talleres auxiliares, laboratorios, almacenes u otros análogos que se instalen en la obra reunirán, además de las condiciones establecidas en los apartados anteriores y demás prescripciones generales que les sean de aplicación, las específicas que se relacionan a continuación:

Todas las edificaciones y construcciones provisionales destinadas a locales y servicios complementarios serán de construcción segura y firme, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.

Los cimientos, estructuras, pisos y demás elementos de estas construcciones deberán ofrecer la estabilidad y resistencia suficiente para sostener y suspender con seguridad las cargas para las que se calculen.

Los locales en que se produzcan, empleen o depositen sustancias fácilmente combustibles y que estén expuestos a incendios súbitos o de rápida propagación se construirán a conveniente distancia entre sí y aislados de los restantes lugares y puestos de trabajo. Cuando la separación entre locales sea imposible, se aislarán con paredes resistentes e incombustibles.



Los locales y servicios complementarios reunirán las siguientes condiciones mínimas.

Tres metros de altura de suelo a techo.

Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador que los ocupe.

Diez metros cúbicos por cada trabajador.

En los locales destinados a oficinas de obra, la altura antes reseñada podrá quedar reducida a 2,50 metros, pero respetando la cubicación por trabajador que se establece en el apartado anterior, y siempre que se renueve el aire suficientemente.

Para el cálculo de la superficie y volumen no se tendrán en cuenta los espacios ocupados por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.

El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin soluciones de continuidad; será de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y, de no ser así, se salvarán las diferencias de altura por rampas de pendiente no superior al 10%. Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas o blanqueadas, Los techos deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

Los pasillos deberán tener una anchura adecuada al número de personas que hayan de circular por ellos y a las necesidades propias del trabajo. Las dimensiones mínimas de los pasillos serán de 1,20 metros para los principales y de 1,00 metros de ancho para los secundarios.

La separación entre máquinas y otros aparatos será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. Nunca será menor de 0,80 metros, contando esa distancia a partir del punto más saliente del recorrido de los órganos móviles de cada máquina o aparato.

Alrededor de cualquier máquina o aparato que sea un foco radiante de calor, se dejará un espacio libre de no menos de 1,50 metros. El suelo y paredes dentro del área serán de material incombustible.



Todo lugar por donde deban circular o en el que deban permanecer los trabajadores estará convenientemente protegido a una altura mínima de 1,80 metros, cuando las instalaciones a ésta o mayor altura puedan ofrecer peligro para el paso o estancia de la persona. Cuando exista peligro a menos altura, se prohibirá la circulación por tales lugares o se dispondrán pasos superiores con las debidas garantías de seguridad y solidez.

Se prohíbe el almacenamiento conjunto de materiales que al reaccionar entre sí puedan originar incendios. Los productos o materiales inflamables se almacenarán en locales o recintos aislados de otros locales o lugares de trabajo. En los almacenes de materias inflamables, los pisos serán incombustibles e impermeables.

7. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección



individual y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuestación específica. Las protecciones personales que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I de este Pliego, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los costes de los equipos de protección individual que deban ser usados en la obra por el personal técnico, de supervisión y control o de cualquier otro tipo, incluidos los visitantes, cuya presencia en la obra puede ser prevista. En consecuencia estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que se utilicen efectivamente en la obra.

Siguiendo los criterios para la elaboración de los Estudios de Seguridad y Salud en las obras de carreteras, los Equipos de Protección individual no serán de abono al considerarse como mínimos exigibles.

Es obligación del empresario proporcionar a sus trabajadores los equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los EPI'S que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.



A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los EPI'S que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

Se entiende por EPI, equipo de protección individual, cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Se excluyen de la definición contemplada en el apartado anterior:

- La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
- Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
- Los aparatos portátiles para la detección y señalización de los riesgos y de los factores de molestia.

Se facilitarán a los trabajadores los equipos de protección individual precisos para la realización del trabajo de acuerdo a la evaluación de riesgos por puesto contenida en el plan de seguridad y salud, y se velará por el uso efectivo del mismo de acuerdo con las características del trabajo que realiza y del entorno.

Se facilitará a los trabajadores, la formación e instrucciones precisas para el correcto uso de los medios y equipos de protección entregados.

Todos los equipos entregados cumplirán los requisitos de la normativa vigente.

El subcontratista y trabajadores autónomos entregarán al contratista, al inicio de los trabajos el análisis correspondiente respecto a los riesgos y puestos que precisen estas necesidades y la correspondiente certificación de entrega del material de protección personal a sus trabajadores.



7.1 CRITERIOS DE ADQUISICIÓN

Los EPI'S deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del EPI'S se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los EPI'S y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un EPI'S que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los EPI'S ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los EPI'S posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán puestos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los EPI'S se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los EPI'S serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Es importante a la hora de considerar la compra de este tipo de equipos, que también se incluyan como tales: los dispositivos o medios de protector solidarios de forma dissociable o no dissociable de un equipo individual no protector que lleve o del que disponga una persona con el objetivo de realizar una actividad.



Los componentes intercambiables de un EPI que sean indispensables para su funcionamiento correcto y se utilicen exclusivamente para dicho EPI.

Por otro lado, también se considera parte integrante de un EPI cualquier sistema de conexión comercializado junto al EPI para unirlo a un dispositivo exterior, complementario, incluso cuando este sistema de conexión no vaya a llevarlo o a tenerlo a su disposición permanentemente el usuario durante el tiempo que dure la exposición al riesgo o riesgos.

En todo caso, hay que tener en cuenta que la normativa de aplicación excluye entre otros los EPI's diseñados y fabricados para su uso particular contra:

- Las condiciones atmosféricas (gorros, ropa de temporada, zapatos y botas, paraguas, etc.).
- La humedad y el agua
- El calor

Una vez definido el ámbito de aplicación del concepto "Equipos de Protección Individual", se exigirá a los proveedores de estos equipos el cumplimiento de la normativa de referencia (entre otros, Directiva 89/686/CEE y el Real Decreto 1407/1992 de noviembre).

A tenor de lo anterior y según lo marcado en la normativa de aplicación, cuando se requiera a un proveedor el suministro de equipos de protección individual se deberá exigir el marcado CE que permanecerá colocado en cada uno de los EPI fabricados de manera visible, legible e indeleble, durante el periodo de duración previsible o de vida útil del EPI; no obstante, si ello no fuera posible debido a las características del producto, el marcado CE podrá colocarse en el embalaje.

Conjuntamente al marcado CE, el fabricante además suministrará un folleto informativo en el que además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, incluirá información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento, desinfección



aconsejados por el fabricante no deberán tener en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los EPI's ni en el usuario.

- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
- Accesorios que se puedan utilizar en los EPI y características de la pieza de repuesto adecuada.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha plazo de caducidad de los EPI o de alguno de sus componentes.
- Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.
- Explicación de las marcas si las hubiera.
- En su caso las referencias de las disposiciones aplicadas.
- Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de lo EPI.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial de Estado Español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

Para más información en la relación con el contenido del folleto informativo del fabricante o de los requisitos de marcado del Equipo de Protección Individual se pueden consultar las normas que se apliquen para la certificación del producto.

7.2 ROPA DE TRABAJO

Todo trabajador que esté sometido a determinados riesgos de accidentes o enfermedades profesionales o cuyo trabajo sea especialmente penoso o marcadamente sucio, vendrá obligado al uso de la ropa de trabajo que le será facilitada gratuitamente por la empresa.



Igual obligación se impone en aquellas actividades en que por no usar ropa de trabajo puedan derivarse riesgos para los usuarios o para los consumidores de alimentos, bebidas o medicamentos.

La ropa de trabajo cumplirá, con carácter general, los siguientes requisitos:

Será de tejido ligero y flexible que permita una fácil limpieza y desinfección y adecuada a las condiciones de temperatura y humedad del puesto de trabajo.

Ajustará bien al cuerpo del trabajador, sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.

Siempre que las circunstancias lo permitan, las mangas serán cortas y cuando sean largas ajustarán perfectamente por medio de terminaciones de tejido elástico. Las mangas largas que deben ser enrolladas, lo serán siempre hacia dentro, de modo que queden lisas por dentro.

Se eliminarán o se reducirán en todo lo posible los elementos adicionales como bolsillos, bocamangas, botones, partes vueltas hacia arriba, cordones, etc., para evitar la suciedad y el peligro de enganches.

En los trabajadores con riesgo de enganches, se prohibirá el uso de corbatas, bufandas cinturones, tirantes, pulseras, cadenas, collares, anillos, etc.

En los casos especiales, señalados en este Pliego y normas concordantes, la ropa de trabajo será de tejido impermeable, incombustible o de abrigo.

Siempre que sea necesario se dotará al trabajador de delantales, mandiles, petos, chalecos, fajas o cinturones anchos que refuercen la defensa del tronco.

7.3. PROTECCIÓN DE LA CARA

Los medios de protección del rostro podrán ser de varios tipos:

- Pantallas abatibles con arnés propio
- Pantallas abatibles sujetas al casco de protección.
- Pantallas con protecciones de cabeza, fijas o abatibles.



- Pantallas sostenidas con la mano.

Las pantallas contra la proyección de cuerpos físicos deberán ser de material orgánico, transparente, libre de estrías, rayas deformaciones; de la malla metálica fina, provistas de un visor con cristal inastillable.

Las utilizadas contra el calor serán de tejido aluminizado, reflectante, con el visor correspondiente equipado con cristal resistente a la temperatura que deba soportar.

En los trabajos de soldadura eléctrica, se usará el tipo de pantalla de mano llamada cajón de soldador con mirillas de cristal oscuro protegido por otro cristal transparente, siendo retráctil el oscuro para facilitar el picado de la escoria y fácilmente recambiables ambos. En aquellos puestos de soldadura eléctrica que lo precisen y en los de soldadura con gas inerte Nertal se usarán las pantallas de cabeza con atalaje graduable para su ajuste en la misma.

Las pantallas para soldadura, bien sea de mano como de otro tipo, deberán ser fabricadas preferentemente con poliéster reforzado con fibra de vidrio o, en su defecto, con fibra vulcanizada. Las que se usen para soldadura eléctrica no deberán tener ninguna parte metálica en su exterior, con el fin de evitar los contactos accidentales con la pinza de soldar.

7.4 PROTECCIÓN DE LA VISTA

Los medios de protección ocular serán seleccionados en función de los siguientes riesgos:

- Choque o impacto con partículas o cuerpos sólidos.
- Salpicadura de líquidos fríos, calientes, cáusticos o metales fundidos.
- Sustancias irritantes, cáusticas o tóxicas.
- Radiaciones peligrosas por su intensidad o naturaleza.
- Deslumbramiento.

La protección de la vista se efectuará mediante el empleo de gafas, pantallas transparentes o viseras.



Las gafas protectoras reunirán las condiciones mínimas siguientes:

- Sus armaduras metálicas o de material plástico serán ligeras, indeformables al calor, incombustibles, cómodas y de diseño automático sin perjuicio de su resistencia y eficacia.
- Cuando se trabaje con vapores, gases o polvo muy fino, deberán ser completamente cerradas y bien ajustadas al rostro; en los casos de polvo grueso y líquidos serán como las anteriores pero llevando incorporado botones de ventilación indirecta con tamiz antiestático; en los demás casos serán con montura de tipo normal y con protecciones laterales, que podrán ser perforadas para una mejor ventilación.
- Cuando no exista peligro de impactos por partículas duras, podrán utilizarse gafas protectoras del tipo panorámica con armazón de vinilo flexible y con el visor de policarbonato o acetato transparente.
- Deberán ser de fácil limpieza y reducir lo mínimo posible el campo visual.
- Las pantallas o viseras deberán estar libres de estrías, arañazos, ondulaciones y otros defectos, y serán de tamaño adecuado al riesgo.
- Las gafas y otros elementos de protección ocular se conservarán siempre limpios y se guardarán protegiéndolos contra el roce. Serán de uso individual y si fuesen usadas por varias personas se entregarán previa esterilización y reemplazándose las bandas elásticas.

1. 7.4.1. CRISTALES DE PROTECCIÓN

Las lentes para gafas de protección, tanto las de cristal como las de plástico transparente, deberán ser ópticamente neutras, libres de burbujas, motas, ondulaciones y otros defectos, y las incoloras deberán transmitir no menos del 89 % de las radiaciones incidentes.

Si el trabajador necesitará cristales correctores, se le proporcionarán gafas correctoras con la adecuada graduación óptica, u otras que puedan ser superpuestas a las graduadas del propio interesado.



Cuando en el trabajo a realizar exista riesgo de deslumbramiento, las lentes serán de color o llevarán un filtro para garantizar una absorción lumínica suficiente.

7.5 PROTECCIÓN DE LOS OÍDOS

Cuando el nivel de ruidos en un puesto o área de trabajo sobrepase el margen de seguridad establecido y, en todo caso, cuando sea superior a 85 decibelios, será obligatorio el uso de los elementos o aparatos individuales de protección auditiva, sin perjuicio de las medidas generales de aislamiento o insonorización que proceda adoptar.

Para los ruidos de muy elevada intensidad se dotará a los trabajadores que hayan de soportarlos, de auriculares con filtro, orejeras de almohadilla, discos o casquetes antirruídos o dispositivos similares.

Cuando se sobrepase el dintel de seguridad normal será obligatorio el uso de tapones contra ruido, de goma, plástico, cera maleable, algodón o lana de vidrio.

La protección de los pabellones del oído combinará con la del cráneo y la cara por los medios previstos en el presente Pliego.

Los elementos de protección auditiva serán siempre de uso individual.

7.6. PROTECCIÓN DE LAS EXTREMIDADES INTERIORES

Para la protección de los pies, en los casos que se indican seguidamente, se dotará al trabajador de zapatos o botas de seguridad, adaptados a los riesgos a prevenir.

En trabajos con riesgos de accidentes mecánicos en los pies, será obligatorio el uso de botas o zapatos de seguridad con refuerzo metálico en la puntera. Será tratada y fosfatada para evitar la corrosión.

Frente al riesgo derivado del empleo de líquidos corrosivos, o frente a riesgos químicos, se usará calzado con piso de caucho, neopreno, cuero especialmente tratado, o madera, y se deberá sustituir el cosido por la vulcanización en la unión del cuerpo con la suela.

La protección frente al agua y la humedad se efectuará con botas altas de goma.

La protección contra las altas temperaturas se efectuará con botas ignífugas.



En los casos de riesgos concurrentes, las botas o zapatos de seguridad cubrirán los requisitos máximos de defensa frente a los mismos.

Los trabajadores ocupados en trabajos con peligro de descarga eléctrica, utilizarán calzado aislante sin ningún elemento metálico.

En aquellas operaciones en que las chispas resulten peligrosas, el calzado no tendrá clavos de hierro o acero.

Siempre que las condiciones de trabajo lo requieran las suelas serán antideslizantes.

En los lugares en que exista en alto grado la posibilidad de perforación de las suelas por clavos, virutas, cristales, etc., es recomendable el uso de plantillas de acero flexibles incorporadas a la misma suela o simplemente colocadas en su interior.

La protección de las extremidades inferiores se completará cuando sea necesario con el uso de cubrepiés y polainas de cuero curtido, caucho o tejido ignífugo.

7.7. PROTECCIÓN DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

La protección de manos, antebrazos y brazos se hará por medio de guantes, mangas, mitones y manguitos seleccionados para prevenir los riesgos existentes y para evitar la dificultad de movimientos al trabajador.

Estos elementos de protección serán de goma o caucho, cloruro de polivinilo, cuero curtido al cromo, plomo o malla metálica, según las características o riesgos del trabajo a realizar.

En determinadas circunstancias la protección se limitará a los dedos o palmas de las manos, utilizándose al efecto dediles o manoplas.

Para las maniobras con electricidad deberán usarse los guantes fabricados en caucho, neopreno, o materias plásticas, que lleven marcado en forma indeleble el voltaje máximo para el cual han sido fabricados, prohibiéndose el uso de otros guantes que no cumplan este requisito indispensable.

Como complemento, si procede, se utilizarán cremas protectoras.



7.8. PROTECCIÓN DEL APARATO RESPIRATORIO

Los equipos protectores del aparato respiratorio cumplirán las siguientes características:

- Los riesgos a prevenir del aparato respiratorio serán los originados por:
- Polvos, humos y nieblas.
- Vapores metálicos y orgánicos
- Gases tóxicos industriales
- Oxido de carbono.
- El uso de mascarillas con filtro se autoriza sólo en aquellos lugares de trabajo en que no exista escasa ventilación o déficit de oxígeno.
- Los filtros mecánicos deberán cambiarse siempre que su uso dificulte notablemente la respiración. Los filtros químicos serán reemplazados después de cada uso, y si no se llegaron a usar, a intervalos que no exceda del año.

7.9. PROTECCIÓN DE LA CABEZA

Comprenderá la defensa del cráneo y cuello y completará, en su caso, la protección específica de ojos y oídos.

En los puestos de trabajo en que exista riesgo de enganche de los cabellos, por su proximidad a máquinas, aparatos o ingenios en movimiento, cuando se produzca acumulación, permanente y ocasional de sustancias peligrosas o sucias, será obligatoria la cobertura del cabello con cofias, redes, gorros, boinas u otros medios adecuados, eliminándose los lazos, cintas y adornos salientes.

Siempre que el trabajo determine exposición constante al sol, lluvia o nieve, será obligatorio el uso de sombreros o cubrecabezas adecuados.

Cuando exista riesgo de caída o proyección violenta de objetos sobre la cabeza o de golpes, será preceptiva la utilización de cascos protectores.



Los cascos protectores podrán ser con ala completa a su alrededor protegiendo en parte las orejas y el cuello, o bien con visera en el frente únicamente, y en ambos casos deberán cumplir los siguientes requisitos:

Estarán compuestos de casco propiamente dicho, y del arnés, o atalaje de adaptación a la cabeza, el cual constituye la parte en contacto con la misma y va provisto en algún caso de un barboquejo ajustable para su sujeción. Este atalaje será regulable a los distintos tamaños de cabeza, su fijación al casco deberá ser sólida, quedando a una distancia de 2 a 4 cm. entre el mismo y la parte interior del casco, con el fin de amortiguar los impactos. Las partes de contacto con la cabeza deberán ser reemplazables fácilmente.

Serán fabricados con material resistente al impacto mecánico, sin perjuicio de su ligereza, no rebasando en ningún caso los 0,450 Kg. de peso.

Protegerán al trabajador frente a las descargas eléctricas y las radiaciones caloríficas y serán incombustibles.

Deberán sustituirse aquellos cascos que hayan sufrido impactos violentos, aún cuando no se les aprecie exteriormente deterioro alguno. Se les considerará un envejecimiento del material en el plazo de unos diez años, transcurrido el cual deberán ser dados de baja, aún aquellos que no hayan sido utilizados y se hallen almacenados.

Serán de uso personal, y en aquellos casos extremos en que hayan de ser utilizados por otras personas, se cambiarán las partes interiores, que se hallen en contacto con la cabeza.

7.10. PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA LA ELECTRICIDAD

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.



8. CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que está previsto aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las **vallas autónomas** de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Los **pasillos cubiertos de seguridad** que deban utilizarse en estructuras estarán contruidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablones embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablones o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las **barandillas** de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los **cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes** tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos,



etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las **pasarelas y plataformas de trabajo** tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las **escaleras de mano** estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las **tomas de tierra** no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del **interruptor diferencial**, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo **cuadro eléctrico general**, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los *cuadros de distribución* deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los **elementos eléctricos**, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán *interruptores*, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente. Los *tableros portantes de bases de enchufe* de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de



los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las **lámparas eléctricas portátiles** tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las **máquinas eléctricas** dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los **extintores** de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la **señalización** de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquella que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.3IC de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica. Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores que trabajen en la inmediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de éste en las zonas de trabajo. Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto

estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.



Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes sistemas de protección colectiva y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, construcción, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección colectiva utilizados en la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuestación específica.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los sistemas de protección colectiva y la señalización que deberán ser dispuestos para su aplicación en el conjunto de actividades y movimientos en la obra o en un conjunto de tajos de la misma, sin aplicación estricta a una determinada unidad de obra. En consecuencia, estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que sean dispuestos efectivamente en la obra.

9. IMPUTACIÓN DE COSTES PREVENTIVOS

Según el artículo 5.4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre (BOE de 25 de octubre), "no se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados".

Esto se interpreta, por parte de la Administración, de según la Nota / S. Y S. Nº 1 sobre "Redacción del Estudio de Seguridad y Salud", como que en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud no deben valorarse los elementos de protección personal, las instalaciones de higiene y bienestar, la formación e información de los trabajadores, los reconocimientos médicos de los



trabajadores, la formación y reuniones preventivas y cualquier otra medida de similar carácter y naturaleza, ya que su coste se considera repercutido en el presupuesto de la obra, ya sea como costes directos, indirectos o gastos generales. Asimismo se recomienda incluir en el coste directo de las unidades de obra el correspondiente a los señalistas de obra.

De acuerdo con la NOTA / S. y S. nº 5 sobre “Pliego de Condiciones del ESS”, la imputación de costes preventivos es la siguiente:

- Dentro de los precios de las distintas unidades de obra que requieren de señalistas para mejorar la seguridad de la circulación, tanto del tráfico general como de la propia obra de acuerdo a lo establecido en el presente Pliego o a criterio del Director de la Obra, están incluidos los peones señalistas necesarios para garantizar dichas condiciones de seguridad, además de su equipamiento y medidas de protección necesarias.
- - Los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubren también, en el ámbito de las disposiciones de prevención de riesgos laborales, los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados. En consecuencia, están incluidos en los mismos los costes de los equipos de protección individual y demás medidas de la misma naturaleza requeridos para la ejecución de las unidades de obra.
- En el mismo ámbito de la prevención de riesgos laborales, los costes de las instalaciones de higiene y bienestar, de formación de los trabajadores (incluyendo reuniones y similares), de medicina preventiva y reconocimientos médicos, así como otros de similar naturaleza, no se encuentran incluidos en los precios unitarios del Estudio de Seguridad y Salud y tampoco serán de abono directo en la obra, al tratarse de gastos de apertura del centro de trabajo al iniciarse la ejecución, o de gastos de tipo general del empresario, independientes de la obra.
- Del mismo modo, y en el mismo ámbito, los costes de la organización preventiva del contratista en la obra, exigida con el carácter de mínimos en el apartado 4, tendrán el mismo carácter en cuanto a la imputación de sus costes que los del párrafo anterior.

De acuerdo con la NOTA / S. y S. nº 7 sobre “Forma de considerar el presupuesto del ESS en el presupuesto del proyecto”, las medidas de protección y



prevención definidas, medidas y valoradas en el Estudio de Seguridad y Salud, es decir, aquellas cuyo coste se imputa de forma directa al proyecto a través del presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, se consideran de abono directo durante la ejecución de la obra y tienen, en el conjunto del proyecto, el carácter de partidaalzada de abono íntegro, abonándose en la forma que se establece en el PPTP del proyecto, donde también se establece su objeto y alcance:

- Dicha p.a. se destina al pago de las medidas preventivas específicas que ha de disponer el contratista y que ha de definir pormenorizadamente en el PSS. Este PSS será elaborado partiendo del ESS incluido en el Proyecto en la forma establecida en la legislación preventiva (concretamente en el RD 1627/97). Su valoración se ha determinado en el ESS, y no incluye otra serie de medidas de prevención y protección necesarias que se han considerado como costes directos o indirectos de las unidades de obra, y como gastos generales o costes indirectos de la obra (equipos de protección individual, instalaciones de higiene y bienestar, reconocimientos médicos, reuniones, información y formación de los trabajadores y otros de similar naturaleza), es decir, el importe de esta p.a. se corresponde con el abono de las protecciones preventivas que específicamente se establecen en el ESS como si fueran unidades de obra, cuyo coste está imputado directamente a este Proyecto a través del presupuesto propio del ESS.
- Dado que las disposiciones preventivas establecen que el contratista, antes del comienzo de los trabajos, deberá presentar el PSS inicial para la aprobación, en su caso, de la Administración, previo informe del CSS/O, será este PSS el que concrete, a partir del ESS y de los procedimientos constructivos que haya de emplear, las medidas preventivas o adecuaciones del PSS inicial que se hayan de realizar de acuerdo a las disposiciones preventivas de aplicación. El importe de EM que figura como valoración de esta p.a. será la cantidad total a abonar al contratista. Solamente en los casos en que se produzcan modificaciones del contrato, se podrá modificar este importe (como ocurre con cualesquiera otras unidades de obra), siempre que la citada modificación justifique la alteración preventiva.
- Esta p.a. se abonará al contratista en su totalidad, en términos de adjudicación, mes a mes durante el plazo de ejecución de la obra, a medida que se vayan disponiendo las medidas preventivas que correspondan, por importe mensual proporcional al empleo de estas medidas según criterio de la D.O.



10. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El Jefe de Obra y en su ausencia, el Encargado de la obra, y en ausencia de ambos el trabajador designado quedan obligados a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen a continuación:

10.1 COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

10.1.1. ACCIDENTE LEVE

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos ellos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- Al Director de Obra de todos y cada uno de ellos con el fin de investigar sus causas y adaptar las correcciones oportunas.
- A la autoridad laboral en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

10.1.2. ACCIDENTE GRAVE

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos ellos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- Al Director de Obra de todos y cada uno de ellos con el fin de investigar sus causas y adaptar las correcciones oportunas.
- A la autoridad laboral en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.



10.1.3. ACCIDENTE MORTAL

- Al Juzgado de Guardia para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.
- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos ellos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- Al Director de Obra de todos y cada uno de ellos con el fin de investigar sus causas y adaptar las correcciones oportunas.
- A la autoridad laboral en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Contratista de las obras está obligado a redactar, antes del inicio de las obras, un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio a sus medios y métodos de ejecución, según lo prescrito en el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre.

Dicho plan de seguridad y salud se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra, con el correspondiente informe del Coordinador en materia de seguridad y salud, el cual supervisará su aplicación práctica.

Una copia de dicho plan estará a disposición permanente de la Dirección Facultativa, y otra se facilitará a los representantes de los trabajadores.

Suances, a Junio de 2013.

El autor del proyecto:

David Gómez Ríos



**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621
ENTRE EL PK147 Y EL PK150**





ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PRESUPUESTO



INDICE

1. MEDICIONES.....	3
2. CUADRO DE PRECIOS Nº1	8
3. PRESUPUESTO	14
4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	19



1. MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

CAPÍTULO 01 INST. PROVISIONALES DE OBRA

SUBCAPÍTULO D41AA ALQUILER CASETAS PREFAB. OBRA

D41AA210

Ud ALQUILER CASETA PREFAB.OFICINA

Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para oficina de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

2,00

D41AA310

Ud ALQUILER CASETA PREFAB.COMEDOR

Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

1

1,00

1,00

D41AA320

Ud ALQUILER CASETA P.VESTUARIOS.

Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

1

1,00

1,00

D41AA420

Ud A.A/2INOD,2DUCHA,LAV.3G,TERMO

Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4.10x1.90 m. con dos inodoros, dos duchas, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.

1

1,00

1,00

D41AA601

Ud ALQUILER CASETA PREFAB.ALMACEN

Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

			2,00
D41AA820	Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICAD		
	Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.		
D41AA820	Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICAD		
	Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.		
	1	1,00	
			1,00
SUBCAPÍTULO D41AG MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO			
D41AG201	Ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL.		
	Ud. Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada.		
			10,00
D41AG210	Ud BANCO POLIPROPILENO 5 PERS.		
	Ud. Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metalicos, colocado.		
	1	1,00	
			1,00
D41AG401	Ud JABONERA INDUSTRIAL.		
	Ud. Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada.		
	1	1,00	
			1,00
D41AG410	Ud PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR		
	Ud. Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado.		
	1	1,00	
			1,00
D41AG601	Ud HORNO MICROONDAS DE 800 WAT.		
	Ud. Calienta comidas para 50 servicios, colocado.		
	1	1,00	
			1,00
D41AG630	Ud MESA MELAMINA 10 PERSONAS.		
	Ud. Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada.		
			1,00
D41AG700	Ud DEPOSITO DE BASURAS DE 800 L.		
	Ud. Deposito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado.		
	1	1,00	
			1,00
D41AG801	Ud BOTIQUIN DE OBRA.		
	Ud. Botiquín de obra instalado.		
	1	1,00	
			1,00
D41AG810	Ud REPOSICION DE BOTIQUIN.		
	Ud. Reposición de material de botiquín de obra.		
	2	2,00	
			2,00

CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIONES

**SUBCAPÍTULO D41CA SEÑALES**

D41CA010

u SEÑAL STOP I/SOPORTE.

Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.

2,00

D41CA040

u SEÑAL INDICAT.RIESGO I/SOPOR

Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.

15,00

D41CA240

u CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO.

Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado

8,00

E01

u CARTEL MEDIDAS PREVENTIVAS

Ud. Cartel de medidas preventivas de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado .

8,00

E02

u CARTEL PROTECCIÓN OBLIGATORIA

Ud. Cartel de protección obligatoria de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado

15,00

E03

u CARTEL PELIGRO ZONA DE OBRAS

Ud. Cartel peligro zona de obras de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado

15,00

E04

u CARTEL PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Ud. Cartel prevención de incendios de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado

4,00

E05

u CARTEL PRIMEROS AUXILIOS

Ud. Cartel de primeros auxilios de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado

4,00

SUBCAPÍTULO D41CC ACOTAMIENTOS

D41CC040

u VALLA CONTENCION PEATONES.

Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje.

52,00

D41CC230

m CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.

MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.

1.400,00

SUBCAPÍTULO D41CE VARIOS

D41CE001

u BOYAS INTERMITENTES C/CELULA.

Ud. Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado.



		12,00
	CAPÍTULO 03 PROTECCIONES PERSONALES	
	SUBCAPÍTULO D41EA PROTECCIONES PARA CABEZA	
D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad homologado.	
D41EA210	Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS. Ud. Pantalla para protección contra partículas, homologada.	10,00
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos, homologadas.	10,00
D41EA230	Ud GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo, homologadas.	10,00
D41EA401	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO. Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.	10,00
D41EA410	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA. Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	10,00
		10,00
	SUBCAPÍTULO D41EC PROTECCIONES PARA CUERPO	
D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado	
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado.	10,00
D41EC500	Ud CINTURON ANTIVIBRATORIO. Ud. Cinturón antivibratorio, homologado.	10,00
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado.	10,00
		5,00
	SUBCAPÍTULO D41EE PROTECCIONES PARA MANOS	
D41EE010	Ud PAR GUANTES USO GENERAL. Ud. Par de guantes de uso general.	
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados.	10,00
		4,00
	SUBCAPÍTULO D41EG PROTECCIONES PARA PIES	
D41EG010	Ud PAR BOTAS SEGURIDAD. Ud. Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas.	
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas.	10,00

**CAPÍTULO 04 PROTECCIONES COLECTIVAS****SUBCAPÍTULO D41GA PROTECCIONES HORIZONTALES**

D41GA300

m2 TAPA PROVISIONAL PARA ARQUETA

M2. Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablonos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).

35,00

SUBCAPÍTULO D41GC PROTECCIONES VERTICALES

D41GC025

m MALLA POLIETILENO SEGURIDAD

MI. Malla de polietileno alta densidad con tratamiento para protección de ultravioletas, color naranja de 1 m. de altura y doble zócalo del mismo material, i/colocación y desmontaje. (Amortización en dos puestas).

200,00

D41GC401

m VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI

MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.

280,00

SUBCAPÍTULO D41GG PROTECCIONES VARIAS

D41GG210

u FUNDAS TERMORETRACTILES A.HUM

Ud. Fundas termoretráctiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas.

4,00

D41GG300

u CUADRO GENERAL INT.DIF.300 mA

Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.

4,00

D41GG310

u CUADRO SECUND.INT.DIF.30 mA.

Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.

4,00

E06

u EXTINTOR POL.ABC 6kg. 21A-113B

Extintor manual de polvo seco polivalente de 6kg.colocado sobre soporte fijado al paramento vertical,incluso p.p. de pequeño material y desmontaje.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

E07	u EXTINTOR MANUAL CO2	4,00
	Extintor manual de CO2 de 6kg.colocad sobre soporte fijado al paramento vertical,incluso p.p. de pequeño material y desmontaje.	

4,00

CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD

D41IA001	H. COMITE DE SEGURIDAD E HIGIENE	
	H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.	
	8	8,00
		8,00
		8,00
D41IA040	u RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT	
	Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	
	6	6,00
		6,00
D41IA201	H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA	
	H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	
	150	150,00
		150,00

150,00

2. CUADRO DE PRECIOS Nº1

NºCÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001 D41AA210 132,98	Ud	Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para oficina de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con OCHO CÉNTIMOS	
NOVENTA Y				
0002 D41AA310 113,69	Ud	Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes.		



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

NUEVE

CIENTO TRECE EUROS con SESENTA Y
CÉNTIMOS

0003 D41AA320
124,02

Ud Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para

vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

DOS CÉNTIMOS
0004 D41AA420
228,75

Ud Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para

aseos de obra de 4.10x1.90 m. con dos inodoros, dos duchas, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.

CIENTO VEINTICUATRO EUROS con

SETENTA Y

DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con
CINCO CÉNTIMOS

0005 D41AA601
96,46

Ud Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para

almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

CUARENTA Y SEIS

NOVENTA Y SEIS EUROS con
CÉNTIMOS

0006 D41AA820
230,35

Ud Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra,

incluso descarga y posterior recogida.

TREINTA Y CINCO

DOSCIENTOS TREINTA EUROS con
CÉNTIMOS

0007 D41AG201
14,02

Ud Ud. Taquilla metálica individual con llave de 1.78

m. de altura colocada.



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

0008	D41AG210 22,96	Ud	Ud. Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metalicos, colocado.	CATORCE EUROS con DOS CÉNTIMOS
SEIS CÉNTIMOS				VEINTIDOS EUROS con NOVENTA Y
0009	D41AG401 5,99	Ud	Ud. Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada.	CINCO EUROS con NOVENTA Y NUEVE
CÉNTIMOS				SEIS EUROS
0010	D41AG410 6,00	Ud	Ud. Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado.	VEINTISEIS EUROS con OCHENTA Y
0011	D41AG601 26,86	Ud	Ud. Calienta comidas para 50 servicios, colocado.	VEINTITRES EUROS con SETENTA Y
SEIS CÉNTIMOS				DIECINUEVE EUROS con SEIS
0012	D41AG630 23,72	Ud	Ud. Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada.	VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y UN
DOS CÉNTIMOS				CUARENTA Y TRES EUROS con
0013	D41AG700 19,06	Ud	Ud. Deposito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado.	CÉNTIMOS
CÉNTIMOS				CUARENTA Y TRES EUROS con VEINTE
0014	D41AG801 22,71	Ud	Ud. Botiquín de obra instalado.	VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y UN
CÉNTIMOS				
0015	D41AG810 43,62	Ud	Ud. Reposición de material de botiquín de obra.	
SESENTA Y DOS				
0016	D41CA010 43,20	u	Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	
CÉNTIMOS				
0017	D41CA040 21,41	u	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	
CÉNTIMOS				
0018	D41CA240 9,46	u	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin	



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

		soporte metálico, incluso colocación y desmontado		NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
CÉNTIMOS				
0019	D41CC040 2,31	u Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud		
		para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje.		DOS EUROS con TREINTA Y UN
CÉNTIMOS				
0020	D41CC230 2,09	m Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a		
		dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.		DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS
0021	D41CE001 11,66	u Ud. Boya Nightflasher 5001 con carcasa de		
		plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado.		ONCE EUROS con SESENTA Y SEIS
CÉNTIMOS				
0022	D41EA001 2,25	Ud Ud. Casco de seguridad homologado.		
				DOS EUROS con VEINTICINCO
CÉNTIMOS				
0023	D41EA210 4,95	Ud Ud. Pantalla para protección contra partículas, homologada.		CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO
CÉNTIMOS				
0024	D41EA220 10,80	Ud Ud. Gafas contra impactos, homologadas.		
				DIEZ EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
0025	D41EA230 2,40	Ud Ud. Gafas antipolvo, homologadas.		
				DOS EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS
0026	D41EA401 3,60	Ud Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.		
				TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
0027	D41EA410 0,72	Ud Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.		
				CERO EUROS con SETENTA Y DOS
CÉNTIMOS				
0028	D41EC001 12,82	Ud Ud. Mono de trabajo, homologado		
				DOCE EUROS con OCHENTA Y DOS
CÉNTIMOS				
0029	D41EC010 7,74	Ud Ud. Impermeable de trabajo, homologado.		
				SIETE EUROS con SETENTA Y CUATRO
CÉNTIMOS				
0030	D41EC500 16,60	Ud Ud. Cinturón antivibratorio, homologado.		
				DIECISEIS EUROS con SESENTA
CÉNTIMOS				
0031	D41EC520	Ud Ud. Cinturón portaherramientas, homologado.		



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

16,60					
CÉNTIMOS					DIECISEIS EUROS con SESENTA
0032 D41EE010 1,65	Ud	Ud.	Par de guantes de uso general.		
CÉNTIMOS					UN EUROS con SESENTA Y CINCO
0033 D41EE030 16,00	Ud	Ud.	Par de guantes aislantes para electricista, homologados.		
0034 D41EG010 21,00	Ud	Ud.	Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas.		DIECISEIS EUROS
0035 D41EG030 24,90	Ud	Ud.	Par de botas aislantes para electricista, homologadas.		VEINTIUN EUROS
CÉNTIMOS					VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA
0036 D41GA300 15,52	m2	M2.	Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tabloncillos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).		QUINCE EUROS con CINCUENTA Y DOS
CÉNTIMOS					DOS EUROS con VEINTICUATRO
0037 D41GC025 2,24	m	MI.	Malla de polietileno alta densidad con tratamiento para protección de ultravioletas, color naranja de 1 m. de altura y doble zócalo del mismo material, i/colocación y desmontaje. (Amortización en dos puestas).		
CÉNTIMOS					QUINCE EUROS con SETENTA Y TRES
0038 D41GC401 15,73	m	MI.	Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.		
CÉNTIMOS					DOS MIL OCHOCIENTOS DIECISIETE
0039 D41GG210 2.817,45	u	Ud.	Fundas termoretráctiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas.		CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
EUROS con					
0040 D41GG300 2.279,41	u	Ud.	Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter		



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

			c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm ² ., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.		DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
NUEVE EUROS					
0041	D41GG310 219,54	u	Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm ² ., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.		DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS con Y CUATRO CÉNTIMOS
CINCIENTA					
0042	D41IA001 62,09	H.	H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.		SESENTA Y DOS EUROS con NUEVE CUARENTA Y NUEVE EUROS con CÉNTIMOS
CÉNTIMOS					
0043	D41IA040 49,25	u	Ud. Reconocimiento médico obligatorio.		VEINTITRES EUROS con TREINTA Y CÉNTIMOS
VEINTICINCO					
0044	D41IA201 23,34	H.	H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.		NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
CUATRO					
0045	E01 9,46	u	Ud. Cartel de medidas preventivas de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado .		NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
CÉNTIMOS					
0046	E02 9,46	u	Ud. Cartel de protección obligatoria de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado		NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
CÉNTIMOS					



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

0047	E03	u	Ud. Cartel peligro zona de obras de 0,30x0,30 m.,	
	9,46		sin soporte metálico, incluso colocación y	
			desmontado	NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
	CÉNTIMOS			
0048	E04	u	Ud. Cartel prevención de incendios de 0,30x0,30	
	9,46		m., sin soporte metálico, incluso colocación y	
			desmontado	NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
	CÉNTIMOS			
0049	E05	u	Ud. Cartel de primeros auxilios de 0,30x0,30 m.,	
	9,46		sin soporte metálico, incluso colocación y	
			desmontado	NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS
	CÉNTIMOS			
0050	E06	u	Extintor manual de polvo seco polivalente de	
	47,56		6kg.colocado sobre soporte fijado al paramento	
			vertical,incluso p.p. de pequeño material y	
			desmontaje.	CUARENTA Y SIETE EUROS con
	CINCUENTA Y SEIS			CÉNTIMOS
0051	E07	u	Extintor manual de CO2 de 6kg.colocad sobre	
	115,98		soporte fijado al paramento vertical,incluso p.p. de	
			pequeño material y desmontaje.	CIENTO QUINCE EUROS con NOVENTA
	Y OCHO			CÉNTIMOS

3. PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 INST. PROVISIONALES DE OBRA			
	SUBCAPÍTULO D41AA ALQUILER CASSETAS PREFA. OBRA			
D41AA210	Ud. ALQUILER CASETA PREFA.OFICINA Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para oficina de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	2,00	132,98	265,96
D41AA310	Ud. ALQUILER CASETA PREFA.COMEDOR Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con			



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

	distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	1,00	113,69	113,69
D41AA320	Ud ALQUILER CASETA P.VESTUARIOS. Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	1,00	124,02	124,02
D41AA420	Ud A.A/2INOD,2DUCHA,LAV.3G,TERMO Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4.10x1.90 m. con dos inodoros, dos duchas, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutíleno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	1,00	228,75	228,75
D41AA601	Ud ALQUILER CASETA PREFAB. ALMACEN Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	2,00	96,46	192,92
D41AA820	Ud TRANSPORTE CASETA PREFABRICAD Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.	1,00	230,35	230,35
TOTAL SUBCAPÍTULO D41AA ALQUILER CASETAS				1.155,69
SUBCAPÍTULO D41AG MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO				
D41AG201	Ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL. Ud. Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada.	10,00	14,02	140,20
D41AG210	Ud BANCO POLIPROPILENO 5 PERS. Ud. Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado.	1,00	22,96	22,96
D41AG401	Ud JABONERA INDUSTRIAL. Ud. Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada.	1,00	5,99	5,99
D41AG410	Ud PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR Ud. Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado.	1,00	6,00	6,00
D41AG601	Ud HORNO MICROONDAS DE 800 WAT. Ud. Calienta comidas para 50 servicios, colocado.	1,00	26,86	26,86
D41AG630	Ud MESA MELAMINA 10 PERSONAS. Ud. Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada.	1,00	23,72	23,72
D41AG700	Ud DEPOSITO DE BASURAS DE 800 L. Ud. Depósito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado.	1,00	19,06	19,06
D41AG801	Ud BOTIQUIN DE OBRA. Ud. Botiquín de obra instalado.			



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

D41AG810	Ud REPOSICION DE BOTIQUIN. Ud. Reposición de material de botiquín de obra.	1,00	22,71	22,71
		2,00	43,62	87,24

TOTAL SUBCAPÍTULO D41AG MOBILIARIO Y **354,74**

TOTAL CAPÍTULO 01 INST. PROVISIONALES DE OBRA **1.510,43**

CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIONES

SUBCAPÍTULO D41CA SEÑALES

D41CA010	u SEÑAL STOP I/SOPORTE. Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	2,00	43,20	86,40
D41CA040	u SEÑAL INDICAT.RIESGO I/SOPOR Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	15,00	21,41	321,15
D41CA240	u CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO. Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	8,00	9,46	75,68
E01	u CARTEL MEDIDAS PREVENTIVAS Ud. Cartel de medidas preventivas de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado .	8,00	9,46	75,68
E02	u CARTEL PROTECCIÓN OBLIGATORIA Ud. Cartel de protección obligatoria de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	15,00	9,46	141,90
E03	u CARTEL PELIGRO ZONA DE OBRAS Ud. Cartel peligro zona de obras de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	15,00	9,46	141,90
E04	u CARTEL PREVENCIÓN DE INCENDIOS Ud. Cartel prevención de incendios de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	4,00	9,46	37,84
E05	u CARTEL PRIMEROS AUXILIOS Ud. Cartel de primeros auxilios de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	4,00	9,46	37,84

TOTAL SUBCAPÍTULO D41CA SEÑALES **918,39**

SUBCAPÍTULO D41CC ACOTAMIENTOS

D41CC040	u VALLA CONTENCIÓN PEATONES. Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje.	52,00	2,31	120,12
D41CC230	m CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	1.400,00	2,09	2.926,00

TOTAL SUBCAPÍTULO D41CC ACOTAMIENTOS **3.046,12**

SUBCAPÍTULO D41CE VARIOS

D41CE001	u BOYAS INTERMITENTES C/CELULA. Ud. Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado.	12,00	11,66	139,92
----------	--	-------	-------	--------

TOTAL SUBCAPÍTULO D41CE VARIOS **139,92**



TOTAL CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIONES..... 4.104,43

CAPÍTULO 03 PROTECCIONES PERSONALES**SUBCAPÍTULO D41EA PROTECCIONES PARA CABEZA**

D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad homologado.	10,00	2,25	22,50
D41EA210	Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS. Ud. Pantalla para protección contra partículas, homologada.	10,00	4,95	49,50
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos, homologadas.	10,00	10,80	108,00
D41EA230	Ud GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo, homologadas.	10,00	2,40	24,00
D41EA401	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO. Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.	10,00	3,60	36,00
D41EA410	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA. Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	10,00	0,72	7,20

TOTAL SUBCAPÍTULO D41EA PROTECCIONES PARA 247,20

SUBCAPÍTULO D41EC PROTECCIONES PARA CUERPO

D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado	10,00	12,82	128,20
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado.	10,00	7,74	77,40
D41EC500	Ud CINTURON ANTIVIBRATORIO. Ud. Cinturón antivibratorio, homologado.	10,00	16,60	166,00
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado.	5,00	16,60	83,00

TOTAL SUBCAPÍTULO D41EC PROTECCIONES PARA 454,60

SUBCAPÍTULO D41EE PROTECCIONES PARA MANOS

D41EE010	Ud PAR GUANTES USO GENERAL. Ud. Par de guantes de uso general.	10,00	1,65	16,50
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados.	4,00	16,00	64,00

TOTAL SUBCAPÍTULO D41EE PROTECCIONES PARA 80,50

SUBCAPÍTULO D41EG PROTECCIONES PARA PIES

D41EG010	Ud PAR BOTAS SEGURIDAD. Ud. Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas.	10,00	21,00	210,00
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas.	4,00	24,90	99,60

TOTAL SUBCAPÍTULO D41EG PROTECCIONES PARA PIES

TOTAL CAPÍTULO 03 PROTECCIONES PERSONALES..... 1.091,90

CAPÍTULO 04 PROTECCIONES COLECTIVAS**SUBCAPÍTULO D41GA PROTECCIONES HORIZONTALES**

D41GA300	m2 TAPA PROVISIONAL PARA ARQUETA M2. Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tabloncillos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón
----------	---



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación.
(Amortización en dos puestas).

35,00 15,52 543,20

TOTAL SUBCAPÍTULO D41GA PROTECCIONES 543,20

SUBCAPÍTULO D41GC PROTECCIONES VERTICALES

D41GC025 m MALLA POLIETILENO SEGURIDAD
Ml. Malla de polietileno alta densidad con tratamiento para protección de ultravioletas, color naranja de 1 m. de altura y doble zócalo del mismo material, i/colocación y desmontaje. (Amortización en dos puestas).

200,00 2,24 448,00

D41GC401 m VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI
Ml. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.

280,00 15,73 4.404,40

TOTAL SUBCAPÍTULO D41GC PROTECCIONES 4.852,40

SUBCAPÍTULO D41GG PROTECCIONES VARIAS

D41GG210 u FUNDAS TERMORETRACTILES A.HUM
Ud. Fundas termoretráctiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas.

4,00 2.817,45 11.269,80

D41GG300 u CUADRO GENERAL INT.DIF.300 mA
Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.

4,00 2.279,41 9.117,64

D41GG310 u CUADRO SECUND.INT.DIF.30 mA.
Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.

4,00 219,54 878,16

E06 u EXTINTOR POL.ABC 6kg. 21A-113B
Extintor manual de polvo seco polivalente de 6kg.colocado sobre soporte fijado al paramento vertical,incluso p.p. de pequeño material y desmontaje.

4,00 47,56 190,24

E07 u EXTINTOR MANUAL CO2
Extintor manual de CO2 de 6kg.colocad sobre soporte fijado al paramento vertical,incluso p.p. de pequeño material y desmontaje.

4,00 115,98 463,92

TOTAL SUBCAPÍTULO D41GG PROTECCIONES VARIAS ... 21.919,76

TOTAL CAPÍTULO 04 PROTECCIONES COLECTIVAS 27.315,36

CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD

D41IA001 H. COMITE DE SEGURIDAD E HIGIENE
H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoria de encargado, dos trabajadores con categoria



PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL PARA LA VARIANTE A LA N-621



ENTRE EL PK147 Y EL PK150

de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.

D41IA040	u RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	8,00	62,09	496,72
D41IA201	H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	6,00	49,25	295,50
		150,00	23,34	3.501,00
TOTAL CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD				4.293,22
TOTAL.....				38.315,34

4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	INST. PROVISIONALES DE OBRA	1.510,43	3,94
02	SEÑALIZACIONES.....	4.104,43	10,71
03	PROTECCIONES PERSONALES	1.091,90	2,85
04	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	27.315,36	71,29
05	MANO DE OBRA DE SEGURIDAD	4.293,22	11,20
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		38.315,34	
13,00 % Gastos generales. 4.980,99			
6,00 % Beneficio industrial			
2.298,92			
Suma.....		7.279,91	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		45.595,25	
16% I.V.A		7.295,24	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		52.890,49	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Santander, a Septiembre 2010.

Promotor de la obra

Proyectista